

VALTIMOVERIKAASUANALYYSI TUTUKSI

**- Lääkintälaiteajokortin kehittäminen
teho-osaston sairaanhoitajille**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, hoitotyön koulutus

Kevät2017

Marita Wallin

Sairaanhoitaja AMK
Lahdensivu

Tekijä	Marita Wallin	Vuosi 2017
Työn nimi	Valtimoverikaasuanalyysi tutuksi – lääkintälaitteajokortin kehittäminen teho-osaston sairaanhoitajille	
Työn ohjaaja	Merja Vanhanen	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda teho-osastolla työskenteleville sairaanhoitajille lääkintälaitteajokortti verikaasuanalyysaattorille sekä perehdytysmateriaali ajokorttia varten. Lääkintälaitteajokorttiin liittyy näyttökoe, jolla pyritään varmistamaan riittävä osaaminen laitteen käytössä sekä analyysaattorin antamien tulosten tulkinnassa.

Opinnäytetyö oli luonteeltaan toiminnallinen opinnäytetyö. Lähtökohtana oli työelämälähtöisyys ja tarve tälle opinnäytetyölle tuli toimeksiantajan yksiköstä. Tekijän suuri kiinnostus tehohoitotyötä kohtaan määräiti myös aihealuetta. Perehdytysmateriaali sekä ajokortti toteutettiin kirjallisessa muodossa useiden kuvien ja kaavioiden kera. Kyseinen ajokortti on ensimmäinen tilaajan yksikössä toteutettu.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin verikaasuanalyysaattorilla määritettävät arvot, happo-emästasapaino, sen säätelymekanismeja sekä häiriöitä. Teoriaosuus sisälsi myös verikaasuanalyysin tulkintaa. Lääkintälaitteajokortin luomisen perustana oli potilasturvallisuuden varmistaminen, jota on käsitelty erityisesti laitteen käyttöön ja näytteenottoon liittyen. Perehdytysmateriaali kehitettiin valtimoverikaasunäytteen analysoimisen näkökulmasta ja sisältää teoriaosuudessa käsiteltyjä teemoja. Verikaasuanalyysilla todettujen elimistön häiriötilojen hoito rajattiin työn ulkopuolelle.

Toimeksiantajan yksiköstä saadun palautteen perusteella voidaan todeta, että opinnäytetyön tuotos on käytännön läheinen, ammatillista osaamista palveleva ja sovellettavissa useaan yksikköön. Yksikön sairaanhoitajat kokivat materiaalin myös selkeänä, hyödyllisenä sekä tarpeellisenä.

Avainsanat Valtimoverikaasuanalyysi, happo-emästasapaino, happo-emästasapainon häiriöt

Sivut 37 sivua, joista liitteitä 15 sivua

Degree Programme in Nursing
Lahdensivu

Author	Marita Wallin	Year 2017
Subject	Making arterial blood gas analysis familiar – developing medical equipment license for nurses working in intensive care	
Supervisor	Merja Vanhanen	

ABSTRACT

The aim of this thesis is to create a license and a introduction material of arterial blood gas analysis for nurses who work in intensive care unit. License includes skills test. The purpose of the license is to confirm proper professional ability in equipment usage and blood gas interpretation.

This thesis is practice-based. The need in the working life to confirm the professional competence of nurses by a license initiated the thesis work. The topic for this thesis was provided by an intensive care unit. License and introduction material were produced in written form and pictures were included for clarification. The license is the first of its kind developed in the unit in question.

The theory section of the thesis contains information about blood gas parameters, acid base balance disorders, acid base balance and its regulation. The theoretical background also includes information on arterial blood gas analysis interpretation. Same themes are processed in the produced introduction material. The license is developed to increase patient safety and is also discussed in theory section. Acid base balance disorders treatment is not included in this thesis.

It can be concluded from the feedback gathered from the orderer of the license that the material is practical, it increases expertise of the nurses in intensive care and can be used in several different hospital units. Nurses also evaluated material necessary and useful.

Keywords Arterial blood gas analysis, acid base balance, acid base balance disorders

Pages 37 pages including appendices 15 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	3
3	VALTIMOVERIKAASUANALYYSI.....	3
3.1	Happo-emästasapainosta kertovat arvot	4
3.2	Varsinaiset verikaasut	4
3.3	Elektrolyytit	5
3.4	Muut verikaasuanalyysillä määritettävät arvot	6
4	ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO JA SEN HÄIRIÖT.....	7
4.1	Respiratorinen asidoosi.....	8
4.2	Metabolinen asidoosi.....	8
4.3	Respiratorinen alkaloosi.....	9
4.4	Metabolinen alkaloosi.....	9
5	HAPPO-EMÄSTASAPAINON SÄÄTELY	10
5.1	Kemialliset puskurijärjestelmät.....	10
5.2	Hengitystoiminta	11
5.3	Munuaiset	11
6	POTILASTURVALLISUUS	12
6.1	Lääkintälaiteturvallisuus.....	12
6.2	Laitteen käyttäjän velvollisuudet	13
6.3	Näytteenoton turvallisuus.....	13
7	VERIKAASUANALYYSIN TULOSTEN TULKITSEMINEN.....	14
8	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	17
9	POHDINTA.....	18
	LÄHTEET	20

Liitteet

Liite 1	Perehdytysmateriaali: Tietoa verikaasuanalyysista
Liite 2	Perehdytysmateriaali: Näytteen ottaminen ja analysoiminen
Liite 3	Perehdytysmateriaali: Tarvikekasetin vaihtaminen ja ongelmatilanteet
Liite 4	Ajokortti

1 JOHDANTO

Tehohoitotyö perustuu potilaan peruselintoimintojen jatkuvaan valvontaan. Valvonta mahdollistaa elintoimintojen häiriöiden havaitsemisen sekä tarvittavien tukihoitojen aloittamisen välittömästi. Verikaasuanalyysien määrittäminen sekä nestetasapainon arvioiminen ovat olennainen osa tehohoitopotilaan hoitoa. (Niemi-Murola, Metsävainio, Saari, Vahtera & Vakkala 2016, 163.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään tehohoitotyöhön oleellisesti kuuluvaa lääkintälaitetta eli verikaasuanalyysaattoria. Verikaasuanalyysilla seurataan potilaan hengitystoimintaa sekä happo-emästasapainoa. Analyysia toteutetaan tehohoitotyössä useita kertoja vuorokaudessa. Verikaasuanalyysaattorilla tarkoitetaan tässä yhteydessä analyysaattoria, joka sijaitsee yksikössä potilaan läheisyydessä.

Tehohoidossa työskentelevät sairaanhoitajat käyttävät päivittäisessä työssään useita erilaisia lääkintälaitteita. Turvallisen ja asianmukaisen laitteiden käyttö vaatii laajaa tietotaitoa. Lääkintälaitteajokortilla pyritään varmistamaan tehohoidossa työskentelevien sairaanhoitajien riittävä osaaminen. Ajokortin suorittamiseen liittyy näyttökoe. Sutisen (2014, 34–36) mukaan lääkintälaitteiden käyttöön kehitetty ajokortti lisää sairaanhoitajien osaamista ja näin parantaa potilasturvallisuutta. Lääkintälaitteajokorttiin liittyvä näyttökoe on oppimistilanne, jossa testataan sairaanhoitajan kyky hallita laitteen peruskäyttö. Sairanhoitaja saa palautetta näyttökokeesta ja sen kautta on mahdollista kehittää puutteellisia taitoja

Sairanhoitajan tehtäviin teho-osastolla verikaasuanalyysin suhteen kuuluu osallistuminen näytteenottoon, tuloksen määrittäminen verikaasuanalyysaattorilla sekä informoiminen tuloksista. Tulosten täsmällinen tulkitseminen on ensiarvoisen tärkeää. Sairanhoitajan tulee tunnistaa normaalit verikaasuanalyysin arvot sekä mahdolliset syyt häiriötiloihin sekä olla tietoinen hoitovaihtoehtoista. (Simpson 2004, 522.)

Opinnäytetyö on toteutettu toiminnallisena opinnäytetyönä yhteistyössä teho-osaston osastonhoitajan, anestesia lääkäriin ja sairaanhoitajien kanssa. Opinnäytetyön varsinainen tuotos on kehitetty teho-osaston tarpeisiin ja se pohjautuu työn teoriaosuuteen. Teoriaosuus avaa verikaasuanalyysilla määritettäviä arvoja, niiden tulkintaa ja arvojen perusteella havaittuja häiriötiloja. Häiriötilojen hoito on rajattu työn ulkopuolelle. Työssä käsitellään myös elimistön happo-emästasapainon säätelyjärjestelmiä sekä verikaasuanalyysiin liittyvää potilasturvallisuutta.

Verikaasuanalysaattorilla määritellään myös muita hoidon kannalta tarpeellisia arvoja kuin pelkkiä verikaasuja. Mitattavat arvot riippuvat käytössä olevasta laitteesta ja eri laitemalleilla pystytään määrittämään erilaisia arvoja verestä. Toimeksiantajan teho-osastolla on käytössä verikaasuanalysaattori, joka on malliltaan GEM Premier 3000. Tässä opinnäytetyössä käsitellään veriarvoja, joita kyseisellä analysaattorilla pystytään määrittämään. Opinnäytetyössä käsitellään nimenomaan valtimoverianalyysia. Verikaasuanalyysi on mahdollista tehdä myös laskimo- tai kapillaariverinäytteestä. Kyseisiä näytteitä ei käytetä tilaajan yksikössä, koska ne eivät palvele tehohoitopotilaan hoitoa valtimoverinäytteen veroisesti.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Kaarlola, Larmila, Lundgren-Laine, Pyykkö ja Ritmala-Castren (2010, 52) toteavat teoksessaan, että tehohoidossa työskentelevän sairaanhoitajan tulee osata tunnistaa happo-emästasapainohäiriöiden yleisimmät oireet sekä riskipotilaat. Verikaasuanalyysin tulkinta kuuluu tehohoidossa työskentelevän sairaanhoitajan perusosaamiseen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on varmistaa tehohoidossa työskentelevien sairaanhoitajien osaaminen verikaasuanalyysaattorin käytössä, näytteenotossa sekä tulosten tulkitsemisessa. Aihe on lähtöisin tehohoidon yksiköstä, jossa esiintyi tarve lääkintälaitteajokortin luomiselle. Tässä opinnäytetyössä kehitetty lääkintälaitteajokortti on ensimmäinen kyseiselle osastolle laadittu osaamisen varmistamisen väline. Sen pohjalta tehosaston henkilökunta aikoo jatkossa kehittää jokaiseen lääkintälaitteeseen oma ajokorttinsa.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda perehdytysmateriaali verikaasuanalyysaattorista sekä varsinainen lääkintälaitteajokortti-kaavake. Kaavaketta voidaan käyttää kyseisellä osastolla sairaanhoitajien näyttökokeessa. Näyttökokeella varmistetaan riittävä verikaasuanalyysin hallinta. Perehdytysmateriaali tukee sairaanhoitajan ammattitaidon kehittämistä ja on luotu opiskelumateriaaliksi ajokortin suorittamista varten.

3 VALTIMOVERIKAASUANALYYSI

Valtimoverikaasuanalyysi (A-strup) on tärkein teho-osastolla hoidettavan potilaan laboratoriotutkimus. Sen avulla saadaan kattavasti ja nopeasti tietoa potilaan hengitystoiminnasta, elimistön happeutumisesta sekä happo-emästasapainosta. Verikaasuanalyysia käytetään potilaan tilan sekä hoidon vaikuttavuuden arviointiin. Tämän vuoksi toistuvasti tehty analyysit ovat usein tarpeen. (Alahuhta, Ala-Kokko, Kiviluoma, Ruokonen & Silfast 2016, 83–84; Pramod, Gunchan, Sandeep 2010.)

Verikaasuanalyysia käytetään etenkin tilanteissa, joissa potilaan hengitystoiminta on vaarantunut tai potilas on hengityslaittehoidossa. Verikaasujen määrittäminen saattaa olla tarpeen myös ennen leikkaustoimenpidettä. Verikaasuanalyysaattoreita on erilaisia ja niillä mitattavat arvot riippuvat käytettävästä laitteesta. (Simpson 2004, 522.)

Verikaasuanalyysin antamat tulokset kertovat elimistön kyvystä säilyttää solujen toiminta normaalina. Analyysilla mitattavista arvoista varsinaisia verikaasuja ovat happiosapaine (pO₂) sekä hiilidioksidiosapaine (pCO₂). Happo-emästasapainon määrittämiseen tarvittavat kokeet ovat veren happamuusarvo (pH), veren emäksen määrä (bikarbonaatti eli HCO₃) sekä

emäsyylimäärä (BE, Base Excess). (Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan & Taskinen 2015, 187; Simpson 2004, 522.)

Monilla analysaattoreilla voidaan mitata valtimoverestä myös elektrolyytipitoisuuksia. Näitä elektrolyyttejä ovat mm. natrium, kalsium, glukoosi ja kalsium. Kyseiset elektrolyytit vastaavat elimistön nestetasapainon sekä aineenvaihdunnan säätelystä ja näin antavat tärkeää tietoa potilaan tilasta. Ne myös kuuluvat rutiinitutkimuksiin. Usein valtimoverestä määritetään myös hemoglobiini sekä muita veriarvoja, jotka liittyvät hemoglobiiniin sitoutumiseen. (Rautava- Nurmi, Sjövall, Vaula, Vuorisalo & Westergård 2010, 47; Simpson 2004, 522.) Alla on käsitelty tilaajan osastolla käytettävän verikaasuanalysaattori- GEM Premier 3000 mittaamat arvot.

3.1 Happo-emästasapainosta kertovat arvot

Tärkein elimistön happamuutta kuvaava arvo on pH. Se kertoo elimistön vetyionipitoisuudesta. Happo-emästasapaino perustuu vetyionien säätelyyn ja toimiakseen asianmukaisesti solut tarvitsevat tietyn pH-tason. Normaaliraja pH:lle on 7,35–7,45. Jo pienet muutokset arvossa voivat aiheuttaa elimistölle vakavaa haittaa. Liian pieni pH-arvo tarkoittaa veren liiallista happamuutta eli asidoosia. Liian suuri arvo tarkoittaa vastaavasti veren liiallista emäksisyyttä eli alkaloosia (Alahuhta ym. 2016, 40; Kuisma ym. 2015, 187.)

Bikarbonaatin (HCO_3) viitearvo on 22–26 mmol litrassa. Se kertoo veren bikarbonaattipitoisuuden, kun hiilidioksidospäine ja lämpötila ovat vakiot. Bikarbonaatti antaa tietoa elimistön aineenvaihdunnan säätelystä, koska munuaiset säätelävät bikarbonaatin määrää. Sen avulla saadaan tietoa myös happo-emästasapainon häiriön vakavuudesta. Bikarbonaatin määrän nousu nostaa elimistön pH:ta ja määrän pieneneminen laskee pH:ta. (Kaarlola ym. 2010, 50; Sand, Sjaastad, Haug, Bjälje & Toverud 2013, 487.)

Emäsyylimäärän (BE eli Base Excess) viitearvot ovat $-3 - (+3)$ mmol litrassa. Emäsyylimäärä kertoo, kuinka paljon happoa tai emästä tulisi tasapainottaa, jotta pH pysyisi optimaalisena. Matala emäsyylimäärä tarkoittaa, että elimistössä on happoja liikaa tai bikarbonaatin menetys on liian suurta. Vastaavasti korkea arvo kertoo liiallisesta emäksisyydestä tai happojen liiallisesta menettämisestä. (Kuisma ym. 2015, 187.)

3.2 Varsinaiset verikaasut

Veren happiosapaineen (pO_2) normaalin tuloksen viitearvo on 8–14 kPa. Liian matala happiosapaine kertoo elimistön hapenpuutteesta eli hypoksemiasta. Vastaavasti korkea arvo kertoo elimistössä olevasta liiallisesta hapesta eli hyperoksemiasta. (Kaarlola 2010, 50; Kuisma ym. 2015, 187.)

Hiilidioksidiosapaineen ($p\text{CO}_2$) viitearvot ovat 4,5–6 kPa. Suuri osa elimistön hiilidioksidista on veressä hiilihapon muodossa. Tämän vuoksi hiilidioksidi on merkittävä veren happamuutta lisäävä tekijä. Elimistössä olevan hiilidioksidin poistuminen tapahtuu keuhkojen kautta. Suuri hiilidioksidipitoisuus tarkoittaa, ettei keuhkotuuletus eli ventilaatio ole riittävää, jolloin hiilidioksidia kertyy elimistöön. Suuri hiilidioksidiosapaine voi olla potilaalle hengenvaarallinen, koska se nostaa veren happamuutta sekä aivopainetta. Pieni hiilidioksidi pitoisuus kertoo liian suuresta ventilaatiosta, jolloin kudosten hapettuminen huononee. (Kuisma ym. 2015, 127–128, 187.)

Hiilidioksidiosapaineen avulla voidaan osin päätellä, onko elimistön häiriötilan syynä hengitystoiminnan vai aineenvaihdunnan ongelmat. Korkea arvo viittaa hengitystoiminnan ongelmiin ja matala arvo aineenvaihdunnallisiin ongelmiin. Tulokset eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä elimistön kompensatiomekanismien vuoksi. Hiilidioksidiosapaine kertoo myös hapen kyvystä sitoutua hemoglobiiniin. Mitä suurempi arvo, sitä enemmän happea pystyy sitoutumaan. (Kuisma ym. 2015, 187; Simpson 2004, 523.)

3.3 Elektrolyytit

Tärkeimpiä nestetasapainoon vaikuttavia elektrolyyttejä ovat kalium (K) ja natrium (Na). Elimistön nesteet jaetaan solun sisäisiin sekä solun ulkoisiin nesteisiin. Kalium on merkittävin solun sisäistä nestettä säätelevä elektrolyytti ja natrium merkittävin solun ulkoista nestettä säätelevä elektrolyytti. Jotta aineenvaihdunta voi toimia normaalisti, tulee elimistön nesteiden olla tasapainossa. (Alahuhta, Ala-Kokko, Kiviluoma, Perttilä, Ruokonen & Silfast 2010, 19–25; Mustajoki 2015c n.d.)

Natriumin pitoisuus plasmassa on normaalisti 137–144 mmol litrassa. Suurin osa natriumista sijaitsee solunulkoisessa nesteessä. Noin kolmannes natriumin määrästä on sitoutuneena luuhun ja sidekudokseen. Sitä poistuu elimistöstä hikoilun, virtsan ja ulosteen kautta. Natriumin pitoisuutta säätelee pääsääntöisesti munuaiset. (Alahuhta ym. 2010, 25; Mustajoki 2015c n.d.)

Hyponatremia eli veren alhainen natriumpitoisuus on henkeä uhkaava tila. Natriumpitoisuuden äkillinen pieneneminen voi aiheuttaa aivojen turpoamista ja vakavia keskushermosto-oireita. Hypernatremia eli liiallinen natriumpitoisuus johtuu yleensä jostakin perussairaudesta. Syynä voi olla myös liian vähäinen nesteiden saanti tai runsas nesteiden menetys esimerkiksi hikoiluna tai oksenteluna. Vaikea hypernatremia aiheuttaa kouristuksia, sekavuutta ja jopa tajuttomuutta. (Alahuhta ym. 2010, 78, 85.)

Kaliumin viitearvo on 3,3–4,9 mmol litrassa. Hypokalemia eli kaliumin alhainen pitoisuus voi aiheuttaa vaarallisia rytmihäiriöitä. Oksentelu tai ripulointi voivat olla syynä hypokalemiaan, etenkin jos potilas käyttää myös

nesteenpoistolääkkeitä eli diureetteja. Myös happo-emästasapainon muutokset vaikuttavat kaliumpitoisuuteen. PH-arvon laskiessa 0,1 yksikköä, nousee kalium taso 0,3 mmol/l. Vaikea hypokalemia tarkoittaa plasman kalium arvon laskemista alle 2,5 mmol/l. (Rautava-Nurmi ym. 2010, 167–168; Eskelinen 2016a n.d.)

Liian matalan kaliumpitoisuuden oireet näkyvät, kun tila on vähintään keskivaikea. Lievä hypokalemia on vielä oireeton. Keskivaikeassa hypokalemiaassa ilmenee lihasheikkoutta sekä ummetusta ja vaikeassa ilmenee rytmihäiriöitä. Liiallinen kaliumpitoisuus eli hyperkalemia kertoo munuaisten vajaatoiminnasta. Hyperkalemia aiheuttaa samanlaisia oireita kuin hypokalemia, kuten rytmihäiriöitä ja lihasheikkoutta. (Rautava-Nurmi ym. 2010, 168–169; Eskelinen 2016a n.d.)

Kalsium (Ca) säätelee hermoimpulsseja, lihassupistuksia, proteiinien toimintaa, hormonien eritystä sekä viestien kulkua solun sisällä. Kalsiumia tarvitaan myös luuston kehitykseen. Plasman kalsiumin normaaliarvo on 2,15–2,5 mmol litrassa. Aikuisella ihmisellä 99 prosenttia kalsiumista on luustossa ja loput solun ulkoisessa nesteessä. Solun sisällä kalsiumia on erittäin pieniä määriä ja jopa pienet kalsiumpitoisuuden vaihtelut solun sisäisessä nesteessä ovat haitallisia solujen toiminnalle. (Alahuhta ym. 2010, 28.)

3.4 Muut verikaasuanalyysillä määritettävät arvot

Laktaatti (Lakt) tarkoittaa maitohappoa ja sen viitearvo on 0,63–2,44 mmol/l. Laktaattia muodostuu elimistöön, kun kudoksien hapensaanti on riittämätöntä. Se antaa tietoa myös verenkiertovajauksen kestosta sekä vaikeusasteesta. Suuri veren laktaattipitoisuus on merkki elimien tai kudoksien hapenpuutteesta, maksaviasta, myrkytyksestä tai verenkiertosokista. Pitoisuus voi kertoa myös laktaatin poistumisen virheellisyydestä esimerkiksi nestevajeen tai metformiini-lääkityksen vuoksi. (Kuisma ym. 2015, 184–185; Kaarlola ym. 2010, 50; Alahuhta ym. 84.)

HbO2Sat-arvo kuvaa hemoglobiinin happikylläisyyttä. Arvon tulisi olla yli 95 prosenttia. Verikaasuanalyysin avulla voidaan myös kätevästi määrittää veren glukoosipitoisuus (Gluk), jonka tulisi olla 4,0–6,1 mmol/l. Hematokriitti (HKR) kuvaa kuinka suuri osa verestä on punasoluja. HKR-arvo muuttuu hemoglobiinin mukaisesti. Viitearvot ovat miehillä 39–50 prosenttia ja naisilla 35–46 prosenttia. (Vaasan keskussairaala n.d; Fimlab 2008; Eskelinen 2016b n.d.)

4 ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO JA SEN HÄIRIÖT

Happo-emästasapaino vaikuttaa merkittävästi kaikkiin elimistön fysiologisiin tapahtumiin. Solujen normaalitoiminta vaatii happo-emästasapainon säilymisen vakaana. Happo-emästasapainon häiriöt ovat yleisiä ja niillä on valtava vaikutus elimistön toimintoihin. Elimistön happo-emästasapaino kertoo potilaan hengitystoiminnasta, nestetasapainosta sekä aineenvaihdunnasta. Häiriöt elimistön happo-emästasapainossa liittyvät usein elektrolyttitasapainon häiriöihin sekä nestetasapainon häiriöihin. (Rautava-Nurmi ym. 2010, 60; Kaarlola ym. 2010, 52.)

Munuaisten sekä keuhkojen toiminta ovat happo-emästasapainon säätelyssä tärkeässä asemassa. Aineenvaihdunnassa muodostuu jatkuvasti happoja. Happoemästasapainon säätely perustuu näiden happojen määrien säätelyyn. Häiriötilat aiheutuvat happojen tai emästen liiallisesta poistumisesta, liiallisesta tuottamisesta tai näiden kertymisestä elimistöön. (Rautava-Nurmi ym. 2010, 60.)

Asidoosilla tarkoitetaan elimistön tilaa, jossa valtimoveren vetyionien pitoisuus on suurentunut. Asidoosissa pH on alle 7,35 eli elimistö on liian hapan. Alkaloosilla taas tarkoitetaan elimistön tilaa, jolloin valtimoveren vetyionipitoisuus on pienentynyt. Alkaloosissa pH on yli 7,45 eli elimistö on liian emäksinen. Molemmissa tiloissa on siis kyse vetyionien muodostumisen ja poistumisen epätasapainosta. (Sand ym. 2013, 484.)

Alkaloosin ja asidoosin kehittymisen syyt ovat joko respiratorisia tai metabolisia. Respiratoriset häiriöt eli hengitystoiminnan häiriöt johtuvat keuhkoventilaation liiallisuudesta tai vähäisyydestä. Metaboliset häiriöt johtuvat aineenvaihdunnan toiminnan häiriöistä. Happo-emästasapainon häiriötilan syy tulee selvittää asianmukaisen hoidon aloittamiseksi. Happoemästasapainon säätelyjärjestelmät ovat yhteydessä toisiinsa ja pyrkivät tasapainoittamaan elimistön häiriötiloja. Verikaasuanalyysillä ei pystytä suoraan osoittamaan onko häiriötila respiratorinen vai metabolinen (Sand ym. 2013, 484; Kaarlola ym. 2010, 49.)

Elimistön liiallinen happamuus vaikuttaa verenkiertoon laskemalla sydämen supistusvireyttä, lisäämällä keuhkoverenkierron vastusta ja rytmihäiriöherkkyyttä sekä vähentämällä suoliston alueen verenkiertoa. Elimistön liiallinen emäksisyys vuorostaan aiheuttaa neurologisia oireita, jotka voivat johtaa tajuttomuuteen. Alkaloosi aiheuttaa myös valtimoiden supistumista ja sydämen minuuttivirtauksen alenemista. Liiallinen emäksisyys myös lisää alttiutta rytmihäiriöille ja vaikeuttaa hapen siirtymistä kudoksista soluihin. (Kaarlola ym. 2010, 53.)

4.1 Respiratorinen asidoosi

Respiratorisella asidoosilla tarkoitetaan elimistön happamuuden tilaa, joka johtuu hengitystoiminnan häiriöstä. Hengitystoiminnan puutteellisuus johtaa hiilidioksidin kertymiseen elimistöön, koska häiriintyneen ventilaation kautta ei poistunut riittävästi hiilidioksidia. Hiilidioksidin kertyminen aiheuttaa elimistön happamuuden lisääntymisen. Asidoosi poistuu, kun hengitystoiminta saadaan paranemaan. (Mustajoki 2015a.)

Respiratorista asidoosia esiintyy aina kun hengitystoiminta heikkenee. Yleisimpiä respiratorista asidoosia aiheuttavia sairauksia ovat sydämen vajaatoiminta, vaikea keuhkohtaumatauti ja keuhkoveritulppa. Näissä sairauksissa elimistön heikko hapettuminen on potilaalle haitallisempaa kuin asidoosi. Kroonista keuhkosairautta sairastavalla saattaa olla krooninen respiratorinen asidoosi. Äkillisesti kehittynyt respiratorinen asidoosi on hengenvaarallinen tila ja se tulee hoitaa viiveettä. (Mustajoki 2015a; Kaarlola 2010, 54.)

Respiratorinen asidoosi näkyy veren hiilidioksidiasapaineen suurenemisena sekä pH:n laskuna. Potilaalla oireet näkyvät matalana hengitystaajuutena, tajunnan tason laskuna sekä sydämen toiminnan häiriöinä. Elimistön happo-emästasapainon säätelyjärjestelmät puskuroivat suurimman osa ylimääräisistä hapoista, joten pH laskee vain hieman. Respiratorisessa asidoosissa munuaiset tuottavat tehokkaammin emäksiä ja lisäävät happojen eristystä virtsaan. Häiriötila korjaantuu kuitenkin vain jos myös keuhkojen toiminta paranee. (Kaarlola ym. 2010, 53–54; Sand ym. 2013, 484.)

4.2 Metabolinen asidoosi

Metabolisella asidoosilla tarkoitetaan elimistön liiallista happamuutta, joka johtuu aineenvaihdunnallisista syistä. Metabolinen asidoosi on yleisin happo-emästasapainonhäiriö. Syitä happamuustilan kehittymiselle voivat olla munuaisten toiminnan häiriöt tai elimistön liiallinen happojen muodostaminen. Metabolisen asidoosin hoitamiseksi täytyy selvittää sen aiheuttaja. Jos tilaa aiheuttavaa sairautta ei voida hoitaa, voidaan potilaalle antaa kalsiumkarbonaattia tai natriumkarbonaattia. (Mustajoki 2015a; Kaarlola ym. 2010, 55.)

Asidoosin oireet näkyvät tihtyneenä hengittämisenä eli hyperventilointina. Näin elimistö pyrkii säätämään hiilidioksidin ja hiilihapon määriä. Lievä asidoosi ei vielä näy potilaassa, eikä potilas itse tunne muutoksia. Kun veren pH-arvo laskee alle 7,35 alkaa aineenvaihdunta toimia huonosti ja oireet ilmenevät. Vakavampia oireita ovat tajunnan häiriöt sekä rytmihäiriöt. Verikaasuanalyysissä metabolinen asidoosi näkyy pH:n, bikarbonaatin sekä emäsylimäärään laskuna. (Kaarlola 2010, 59; Mustajoki 2015a.)

Yksi metabolisen asidoosin muodoista on laktaattiasidoosi. Laktaattiasidoosilla tarkoitetaan elimistön liiallista happamuutta, jolloin valtimoveren pH-arvo sekä bikarbonaattipitoisuus ovat pienentyneet ja laktaattipitoisuus suurentunut. Laktaatin kertyminen elimistöön johtuu pääasiassa kudosten riittämättömästä hapen saannista. (Varpula 2015.)

Laktaattiasidoosin eli maitohappoasidoosin oireina ilmenee hyperventilaatiota, hypotensiota, takykardiaa, pahoinvointia, väsymystä ja tajunnantason heikentymistä. Laktaattiasidoosissa veren laktaattipitoisuus on yli 4mmol/litrassa. Jo 2mmol/l ylittävät tulokset tulee ottaa hoidossa huomioon. (Varpula 2015.)

Myös pääsääntöisesti diabeetikoilla esiintyvä ketoasidoosi on elimistön metabolinen happamuushäiriötila. Ketoasidoosin aiheuttaa insuliinin puutoksesta johtuva ketoaineiden kertyminen elimistöön. Tällöin veren glukosipitoisuus nousee yli 15 mmol/l, pH sekä bikarbonaatti laskevat. Ketoasidoosin oireina ilmenee tajuttomuutta, sekavuutta ja hengitystoiminnan puutteellisuutta. Potilas on usein myös kuivunut. Ketoasidoosia voi esiintyä myös äkillisen haimavian yhteydessä. (Arola, 2016.)

4.3 Respiratorinen alkaloosi

Respiratorisen alkaloosi on hengitystoiminnan riittämättömyydestä johtuva elimistön liian emäksinen tila. Sen yleisin aiheuttaja on liian tiheä hengittäminen eli hyperventilaatio. Tällöin keuhkojen kautta poistuu enemmän hiilidioksidia kuin sitä muodostuu. Respiratorinen alkaloosi näkyy verikaasuanalyyseissä pH:n nousuna ja hiilidioksidipitoisuuden voimakkaana laskuna. (Mustajoki 2015b; Kaarlola ym. 2010, 57.)

Respiratorisen alkaloosin oireet näkyvät käsien ja jalkojen puutumisenä, heikotuksena, vapinana ja kramppeina. Hengityksen normalisoiminen palauttaa pH-arvon normaaliksi. Yleisimmät syyt hyperventilaatiolle ovat psyykkiset syyt esimerkiksi paniikkihäiriö. Paniikkihäiriön hyvällä hoidolla voidaan ennaltaehkäistä respiratorisen alkaloosin kehittymistä. (Mustajoki 2015b.)

4.4 Metabolinen alkaloosi

Metabolinen alkaloosi on aineenvaihdunnan häiriöstä johtuva elimistön liiallinen emäksisyys. Tilan aiheuttaa joko happamien nesteiden runsas poistuminen elimistöstä tai runsas emäksisten aineiden lisääminen elimistöön. Metabolisen alkaloosin voi aiheuttaa myös kaliumin ja kloridien erittyminen virtsaan etenkin nesteenpoistolääkkeiden käytön yhteydessä. Myös runsas, pitkään kestänyt, oksentelu voi aiheuttaa alkaloosia, koska tällöin hapanta mahanestettä poistuu runsaasti. Alkaloosi voi kehittyä myös vaikeiden sairauksien hoitotoimenpiteiden yhteydessä. (Mustajoki 2015b.)

Metabolisen alkaloosin oireina ovat päänsärky, oksentaminen, kouristukset sekä hypokalemia, eli veren pienentynyt kaliumpitoisuus. Hengitys muuttuu hitaaksi ja huokailevaksi. Metabolinen alkaloosi näkyy verikäsuanalyyseissa pH:n, bikarbonaatin sekä emäsyliäärän kohoamisena. Usein kalsiumpitoisuus on myös matala. (Mustajoki 2015b; Kaarlola ym. 2010, 58–59.)

5 HAPPO-EMÄSTASAPAINON SÄÄTELY

Happo-emästasapainon säätely on monien eri fysiologisten toimintojen tahtuma. Säätelymekanismien kautta elimistö pyrkii pitämään pH:n vakana. Elimistössä toimii useita pH-arvoa sääteleviä prosesseja, joita kutsutaan puskurijärjestelmiksi. Nämä puskurit estävät pH:n merkittäviä muutoksia. Happo-emästasapainon säätelyyn vaikuttavia puskuritoimintoja ovat hengitystoiminta, munuaiset sekä kemialliset puskurijärjestelmät. (Karlola ym. 2010, 52–53; Sand ym. 2013, 30, 483.)

Happo-emästasapainon puskurit eivät varsinaisesti poista tai lisää vetyionien määrää elimistössä, mutta kykenevät sitomaan happoja ja emäksiä. Vetyionien pitoisuus vaikuttaa kaikkiin puskurijärjestelmiin ja puskurijärjestelmät ovatkin yhteydessä toisiinsa. Toisin sanoen happo-emästasapainon säätelyjärjestelmät säätelevät myös toisiaan. (Alahuhta ym. 2016, 40.)

Säätelyjärjestelmien kompensointi vaikuttaa oleellisesti häiriötilan tulkintaan. Respiratorisen säätelyjärjestelmän pettäessä, munuaiset pyrkivät taseapainottamaan vetyioni pitoisuutta metabolisilla muutoksilla. Vastaavasti metabolisia häiriöitä elimistö pyrkii korjaamaan muuttamalla keuhkotuuletusta. Elimistö siis pyrkii kompensoimaan häiriötilaa kehittämällä vastakkaisen tilan. Esimerkiksi kompensoidakseen metabolista asidoosia, elimistö pyrkii luomaan respiratorisen alkaloosin tilan. Kompensaatiomekanismi on tehokas, ja usein pitää plasman pH:n lähellä normaalia. (Karlola ym. 2010, 52.; Simpson 2004, 525.)

5.1 Kemialliset puskurijärjestelmät

Kemialliset puskurit ovat nopeita, mutta vain väliaikaisia keinoja happo-emästasapainon säätelyä varten. Kemialliset puskurit eivät pysty poistamaan happoja kuten keuhkot ja munuaiset. Tärkein solun ulkoisen nesteiden puskurijärjestelmä on hiilihappo- bikarbonaattijärjestelmä. Sen keskeinen rooli pH:n säätelyssä perustuu hiilidioksidin ja bikarbonaatin suureen määrään elimistössä, hiilidioksidi siis muuttuu elimistössä hiilihapoksi. Hiili- bikarbonaattijärjestelmä on yhteydessä muihin säätelymekanismeihin; keuhkotuuletus säätelee hiilidioksidin määrää ja munuaisten toiminta bikarbonaatin määrää. Hiilihappo-bikarbonaatin säätelymekanismi perustuu

hiilihapon kykyyn luovuttaa vetyioneita sekä bikarbonaatti kykyyn vastaanottaa niitä. Tämä mekanismi vakauttaa pH-arvoa. (Alahuhta ym. 2016, 40–41; Simpson 2004, 525.)

Muita kemiallisia puskurijärjestelmiä ovat proteiinit, fosfaatti ja sulfaatti, entsyymien toiminta sekä luukudoksen toiminta. Proteiinit osallistuvat solun sisäisen pH:n säätelyyn. Fosfaatti puskuroi myös solun sisäisen nesteen vetyioneja sekä edistää ylimääräisten vetyionien erittymistä virtsaan. Sulfaatin toiminta on samankaltaista, mutta merkitys elimistön toiminnalle vähäisempää. (Alahuhta ym. 2016, 42.)

5.2 Hengitystoiminta

Happo-emästasapainon säätelyä hengitystoiminnan kautta kutsutaan respiratoriseksi säätelyksi. Respiratorinen säätely huolehtii hiilidioksidin poistumisesta sekä tuottamisesta. Hengitystoiminta on nopea ja tehokas keino hiilidioksidin määrän säätelyssä. Keuhkot säätelevät hiilidioksidin määrää hengitystaajuuden ja syvyyden muutoksilla. Normaalisti keuhkotuuletuksen kautta poistuu sama määrä hiilidioksidia kuin sitä muodostuu elimistössä. Elimistö reagoi respiratorisen säätelyn avulla pH:n muutoksiin muutamassa minuutissa. (Alahuhta ym. 2016, 52; Kaarlola ym. 2010, 53.)

Keuhkotuulelusta säätelee ydinjatkeen hengityskeskus. Hengityskeskus reagoi aivo-selkäydinnesteen pH-arvon muutoksiin tehostamalla tai hidastamalla ventilaatiota. Terveellä ihmisellä ventilaatio muuttuu tarvittaessa vaivattomasti moninkertaiseksi. Hengityksen kautta tapahtuva pH:n säätely on elimistön sekundäärinen keino tasapainon ylläpitämiseksi. Tasapaino voi korjaantua keuhkojen kautta vain, jos kyse on metabolisesta häiriötilasta. (Alahuhta ym. 2016, 40–42; Sand ym. 2013, 487.)

5.3 Munuaiset

Munuaiset huolehtivat happo-emästasapainon ylläpitämisestä säätelemällä virtsan happamuutta. Virtsan happamuuden säätely tapahtuu bikarbonaatin takaisinotolla alkuvirtsasta sekä huolehtimalla ylimääräisten happojen poistumisesta virtsaan. Normaalissa tilanteessa alkuvirtsan bikarbonaatti imeytyy takaisin verenkiertoon miltei täysin. Munuaiset huolehtivat haihtumattomien happojen poistumisesta. Näitä happoja ovat rikkihappo, fosforihappo, virtsahapot ja maitohapot sekä ketoaineet. (Sand ym. 2013, 30, 485; Alahuhta ym. 2016, 43.)

Munuaisilla on suurempi kapasiteetti happo-emästasapainon säätelyssä kuin muilla säätelymekanismeilla. Munuaisten reagointiaika pH:n muutokseen on kuitenkin huomattavasti pidempi, muutamasta tunnista vuorokautsiin. Elimistön ollessa asidoottinen, munuaiset erittävät hapanta virtsaa. Jos kyse on alkaloosista, erittyy bikarbonaattia virtsaan. Munuaisten eivät

kuitenkaan pysty huolehtimaan runsaan happomäärän poistamisesta. (Karlola 2010, 53; Sand ym. 2013, 487.)

6 POTILASTURVALLISUUS

Potilasturvallisuudella tarkoitetaan asianmukaisen hoidon saamista sekä hoidosta aiheutuvan haitan minimointia. Turvallinen hoito, lääkehoito sekä lääkinnällisten laitteiden laiteturvallisuus ovat keskeisimpiä asioita potilasturvallisuudessa. Hoitotyössä potilasturvallisuuden toteutuminen perustuu hoitohenkilöstön osaamiseen sekä riittäviin tietoihin ja taitoihin. Huolehtimalla hoitohenkilöstön riittävästä koulutuksesta sekä perehdytyksestä pystytään edistämään turvallisen hoidon toteutumista. (Aaltonen & Rosenberg 2013, 316; Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2014.)

Potilasturvallisuuden toteutumista ohjaavat lait terveydenhuollon ammattihenkilöistä sekä sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastosta. Lain terveydenhuollon ammattihenkilöistä tarkoituksena on varmistaa hoitohenkilöstön riittävä pätevyys ja ammattitaito sekä valvonta. Laki sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastosta, eli Valvirasta, säätelee palvelujen laadun edistämistä sekä oikeusturvan toteuttamista. Potilasturvallisuuden liittyy myös useita muita lakeja, kuten terveydenhuoltolaki sekä laki potilaan asemasta ja oikeuksista. (Aaltonen & Rosenberg 2013, 149, 167.)

6.1 Lääkintälaiteturvallisuus

Laissa terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista (2010/629) terveydenhuollon laitteilla ja tarvikkeilla tarkoitetaan instrumentteja, laitteistoja, välineitä, ohjelmistoa ja materiaalia, jotka on tarkoitettu sairauden tai vammien diagnosointiin, ehkäisyyn, tarkkailuun tai hoitoon. Terveidenhuollon laitteilla ja tarvikkeilla tarkoitetaan myös tutkimiseen ja hedelmöittymiseen käytettäviä laitteita.

Laki määrittelee myös, että terveydenhuollossa käytettävän laitteen tulee olla käyttötarkoitukseen sopiva sekä täyttää laitteelle asetetut vaatimukset. Sen tulee olla myös CE-merkitty. CE-merkintä tarkoittaa, että laite täyttää vaaditut direktiivit sekä on tarkastettu asianmukaisesti. Laitteen valmistaja on vastuussa laitteen suunnittelusta, valmistuksesta, pakkaamisesta sekä merkitsemisestä. Valmistajan tulee myös antaa tietoja laitteen käytöstä, varastoinnista ja kuljettamisesta. Laitteen tarkoituksenmukaisesta käytöstä ei saa aiheutua potilaalle, käyttäjälle tai muille henkilöille vaaraa. (Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 2010/629.)

Valtimoverikaasujen määrittämiseen käytettäviä analysaattoreita voi olla laboratorioympäristössä tai hoitoyksikössä. Näiden verikaasuanalysointi-

reiden antamia tuloksia käytetään potilaan välittömään hoitoon ja seurantaan. Potilaan lähellä olevia verikaasuanalyysiaattoreita käytetään lähinnä akuuttihoitoon yksiköissä. Verikaasuanalyysiaattorit ovat automatisoituja ja laitteissa on näyttö, joka ohjaa käyttäjää. (Pölönen ym. 2013, 30, 35.)

Potilaan lähellä tapahtuva näytteenotto sekä analysointi mahdollistavat nopeamman tulosten saannin sekä joustavamman näytteenoton. Sen myötä potilaan voimien seuraaminen tiheästi on helpompaa. Näytteenotto on myös potilaalle vaivattomampaa, koska potilaspaikalta ei tarvitse siirtyä. Näytettä ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja tai säilyttää, jolloin virheiden mahdollisuus pienenee. Analyysin antamat tulokset tallennetaan laboratoriotietojärjestelmään tai potilasasiakirjoihin. (Pölönen ym. 2013, 31– 32.) Tilaajan osastolla käytettävän analyysiaattorin tulokset tallentuvat suoraan potilastietojärjestelmään.

6.2 Laitteen käyttäjän velvollisuudet

Terveystieteidenhuollossa käytettävän laitteen käyttäjällä on velvollisuuksia laitteen turvallisessa käytössä. Laitteen käyttäjällä tulee olla riittävä koulutus ja kokemus laitteen turvalliseen käyttöön. Turvallisuuden takaamiseksi laitetta tulee käyttää valmistajan käyttötarkoituksen ja -ohjeistuksen mukaisesti. Laitteessa täytyy olla käytön kannalta oleelliset merkinnät sekä käyttöohjeet. Käyttäjällä on myös velvollisuus ilmoittaa laitteen käyttöön liittyvistä vaaratilanteista Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastolle sekä laitteen valmistajalle. (Aaltonen & Rosenberg 2013, 186.)

Terveystieteidenhuollon laitetta käyttävän henkilön velvollisuuksiin kuuluu myös varmistus siitä, että laitetta huolletaan ja ylläpidetään asianmukaisesti. Käyttäjän tulee myös huolehtia, että käyttöpaikka soveltuu laitteelle. Laitteen läheisyydessä tai siihen kytkettynä ei tule olla muita laitteita, ohjelmia, esineitä tai rakenteita, jotka vaarantavat laitteen turvallisen käytön. Laitteen huollosta ja korjauksesta tulee vastata vain henkilön, jolla on siihen vaadittava ammattitaito. (Aaltonen & Rosenberg 2013, 186.)

6.3 Näytteenoton turvallisuus

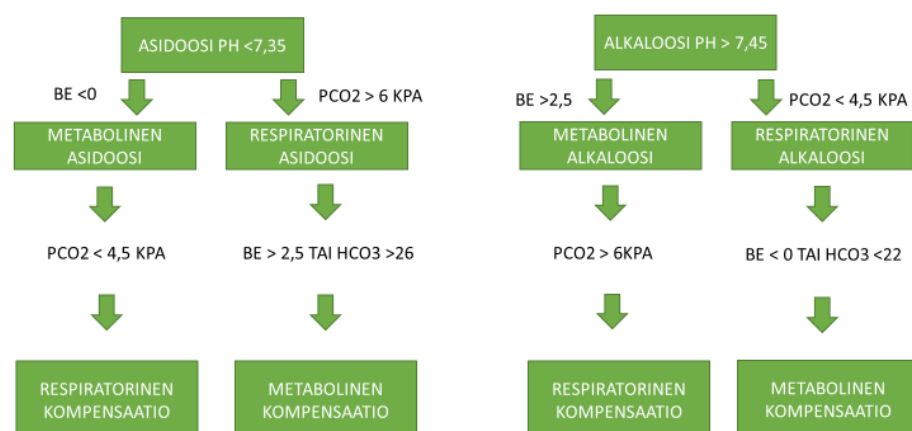
Verikaasuanalyysissä oleellista luotettavien tulosten saamiseksi ovat oikea näytteenottotekniikka sekä hyvä näytteen laatu. Verikaasuanalyysin näytteenotto vaatii sairaanhoitajalta toimipaikkakoulutuksen sekä luvan suonsisäisen hoidon toteuttamiseen eli i.v.- luvan. Näytteenottajan osaaminen sekä asianmukainen näytteenottotekniikka takaavat analyysin tulosten luotettavuuden. Ennen näytteenottoa tulee potilaalle kertoa verikaasuanalyysistä tutkimuksena, näytteenoton kulusta sekä syyt näytteenotolle (Kaarola ym. 2010, 49–51; Pölönen ym. 2013, 35.)

Verikaasuanalyysinäyte otetaan pääasiallisesti valtimoverestä. Happo-emästasapainon arvoja voidaan mitata myös laskimo- tai kapillaariverinäytteestä, mutta nämä eivät kerro yhtä hyvin keuhkojen ja sydämen toiminnasta. Tehohoidossa valtimoverinäyte onkin luotettavin tapa verikaasun määrittämiseksi. Jos potilaalla ei ole valtimokanyyliä näytteenottamiseksi, huolehtii näytteenotosta lääkäri. Tällöin valtimoverinäyte on mahdollista ottaa värttinävaltimosta, olkavaltimosta tai reisivaltimosta. (Kuisma ym. 2015, 187–188; Toukko, Rautajoki & Lehto 2008, 52.) Kyseisellä teho-osastolla kaikilla potilailla on valtimokanyyli, joka mahdollistaa vaivattoman verikaasunäytteen ottamisen sairaanhoitajan toimesta.

Verikaasuanalyysillä mitattavat arvot ovat hyvin herkkiä virhetekijöille. Virheellinen näytteenotto tai -käsittely voivat aiheuttaa vääriä tuloksia esimerkiksi kalium ja hemoglobiinipitoisuuksien pitoisuuksissa ja huoneilma näytteessä antaa vääriä tuloksia happiosapaineen suhteen. Valtimoverinäyte tulee analysoida mahdollisimman pian, koska kaasujen pitoisuudet näytteessä muuttuvat, jos näyte on kosketuksissa huoneilmaan. Näyte säilyy huoneenlämmössä 10 minuutin ajan. (Kaarlola ym. 2010, 49–51; Kuisma ym. 2015, 187–188.)

7 VERIKAASUANALYYSIN TULOSTEN TULKITSEMINEN

Verikaasuanalyysin tulosten tulkitseminen voi olla haastavaa. Elimistö pyrkii kompensoimaan happo-emästasapainon häiriöitä puskurijärjestelmien kautta kehittämällä vastakkaisen häiriötilan. Tämä vaikeuttaa oleellisesti tulosten tulkintaa. Tulkinnan helpottamiseksi ja havainnollistamiseksi on kehitetty muutamia kuvia (kuvio 1 ja 2), taulukoita (taulukko 2) sekä kaavoja. Fournierin teoksessa (2011) muistutetaan myös, että verikaasuanalyysin tulkinnassa tulee ottaa huomioon potilaan kokonaistila.



Kuvio 1. Valtimoverikaasunäytteen tulkinta (Kuisma ym. 2015,188).

Taulukko 1. Valtimoverinäytteen tulkinta (Kaarola ym. 2010, 59).

RESPIRATORINEN ALKALOOSI		RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,52	pH	7,23
PCO ₂	3,2	PCO ₂	6,8
HCO ₃	24	HCO ₃	24
BE	2	BE	2

METABOLINEN ALKALOOSI		METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,57	pH	7,11
PCO ₂	4,3	PCO ₂	5,5
HCO ₃	36	HCO ₃	12
BE	14	BE	-14

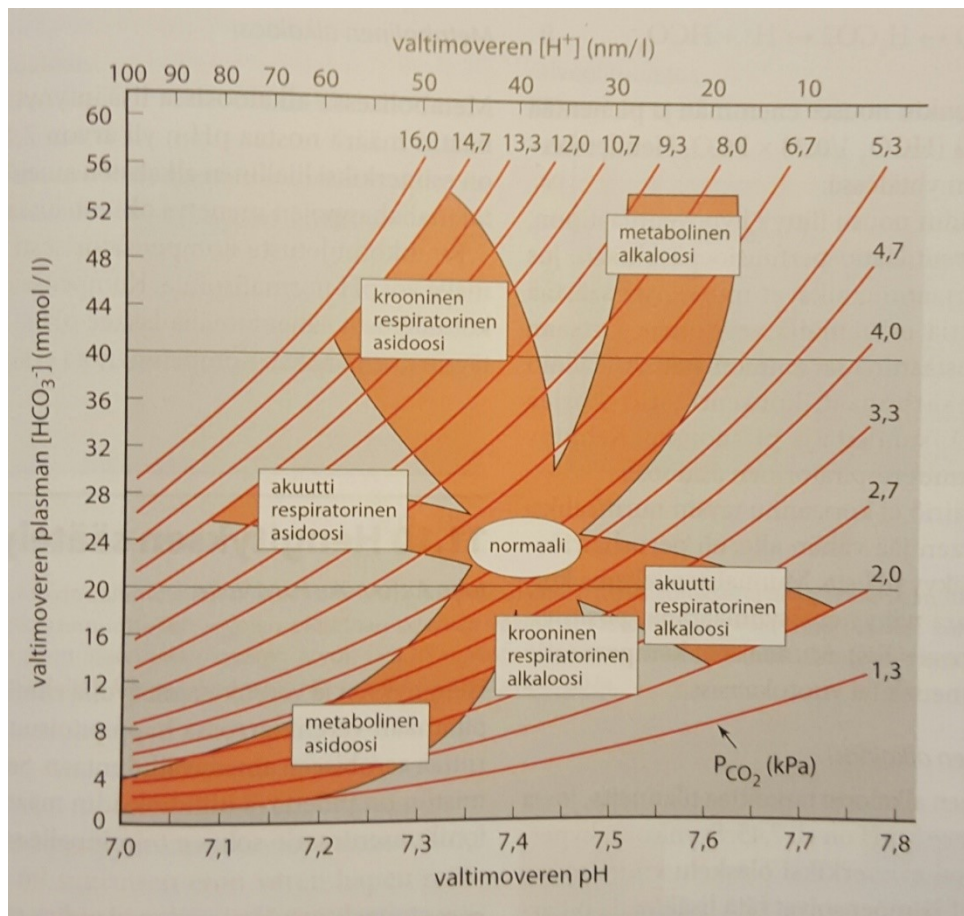
RESPIRATORINEN JA METABOLINEN ALKALOOSI		RESPIRATORINEN JA METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,68	pH	7,18
PCO ₂	3	PCO ₂	7,77
HCO ₃	36	HCO ₃	18
BE	14	BE	-7

KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ALKALOOSI		KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,43	pH	7,36
PCO ₂	3,5	PCO ₂	4,1
HCO ₃	30	HCO ₃	19
BE	7	BE	-6

KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ALKALOOSI		KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,42	pH	7,39
PCO ₂	3,5	PCO ₂	5,7
HCO ₃	21	HCO ₃	29
BE	-4	BE	6

OSITTAIN KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ALKALOOSI		OSITTAIN KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,46	pH	7,34
PCO ₂	3,9	PCO ₂	5,8
HCO ₃	22	HCO ₃	28
BE	-3	BE	7

OSITTAIN KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ALKALOOSI		OSITTAIN KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,46	pH	7,34
PCO ₂	4,9	PCO ₂	3,5
HCO ₃	31	HCO ₃	20
BE	7	BE	-4



Kuvio 2. Valtimoverinäytteen tulkinta (Rosenberg, Alahuhta, Lindgren, Olkkola & Ruokonen 2014, 157).

Fournier (2011) on kehittänyt sairaanhoitajille systemaattisen tavan tulkita verikaasuanalyysia. Tärkeimpiä arvoja happo-emästasapainon arvioimisessa ovat pH, hiilidioksidiasapaine sekä bikarbonaatti. Verikaasuanalyysin tulkinnan oleellisin asia on järjestelmällisyys. Tulkintatapa on jaettu neljään eri vaiheeseen:

1. Kirjoita ylös pH:n, hiilidioksidiasapaineen sekä bikarbonaatin arvot.
2. Vertaa arvoja viitearvoihin. Jos jokin tulos viittaavat liialliseen happamuuteen, kirjoita sen viereen kirjain A.
Jos tulos viittaa liialliseen emäksisyyteen, kirjoita sen viereen B.
Jos tulos on viiterajoissa, kirjoita sen viereen N.
pH kertoo itsessään, onko potilas asidoottinen tai alkaloottinen.
3. Jos olet kirjoittanut saman kirjaimen kahden tai useamman arvon kohdalle, ympyröi arvot.
Jos ympyröit pH:n sekä hiilidioksidiasapaineen on potilaasi häiriötilan syy respiratorinen. Jos taas ympyröit pH:n sekä bikarbonaatin, on syy metabolinen.

Jos ympyröit kaikki kolme tulosta, on häiriötila kompensoitunut respiratorinen sekä metabolinen happo-emästasapainon häiriö.

4. Kompensaation tarkistamiseksi, katso arvoja joita et ole ympyröinyt. Jos ympyröimättömät arvot ovat muuttuneet ympyröityjen arvojen suhteen vastakkaiseen suuntaan, on kyse kompensaatiosta. Jos ympyröimättömät arvot ovat viitearvoissa ei kompensaatiota ole tapahtunut. Kompensaatio saa aikaan pH:n palautumisen normaaliksi.

8 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Pölönen ym. (2010, 33) ovat todenneet, että potilaan vierellä tehtävien verikaasutestien laatua pystytään parantamaan kouluttamalla laitetta käyttäviä hoitohenkilöt hyvin. Koulutus tulee suunnitella niin, että kaikki laitteeseen liittyvät osa-alueet sekä yksityiskohdat käydään läpi. Koulutuksen ja perehdytyksen tavoitteena on turvallinen laitteenkäyttö niin, että tutkimukset ovat luotettavia ja niiden perusteella voidaan tehdä päätöksiä potilaan hoitoon liittyen

Opinnäytetyön tulee osoittaa tekijän omaa alaa koskevaa tietojen ja taitojen hallintaa. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on käytännön toiminnan ohjeistaminen, opastaminen, järjestäminen tai järjeistäminen. Se voi olla käytäntöön tarkoitettu ohje, opastus tai järjestetty tapahtuma. Ammattikorkeakoulun toiminnallinen opinnäytetyö sisältää käytännön toteutuksen sekä raportoinnin. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9–10.)

Toiminnallisen opinnäytetyön kohdalla suositellaan, että työlle on tilaaja eli toimeksiantaja. Toimeksiantajan kautta on mahdollista luoda suhteita työelämään, kokeilla omia taitojaan sekä näyttää omaa osaamistaan tulevana ammattilaisena. Toimeksiantajan puolesta tullut opinnäytetyön aihe usein lisää opinnäytetyön tekijän vastuuntuntoa työstä sekä kehittää projektinhallinta taitoja. Työelämästä peräisin oleva opinnäytetyö tukee myös opiskelijan ammatillista kasvua. Sen kautta opiskelija pääsee vertaamaan taitojaan työelämän vaatimuksiin. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 16–17.)

Toiminnallisen opinnäytetyön tulee olla työelämlähtöinen ja käytännönläheinen. Tämän perusteella aiheen valinta oli itselleni selkeä ja tiesin minkä tyyppisistä aiheista erityisesti motivoidun. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyön materiaalipankin kautta sain tietoa ajankohtaisista opinnäytetyön aiheista, joita eri terveystalan yksiköt ovat toivoneet. Tavoitteenani tulevana sairaanhoitajana on työllistyä tehohoitoon, joten luonnollisesti kiinnostus aihetta kohtaan oli suuri.

Opinnäytetyön suunnittelu alkoi yhteydenotosta ja tapaamisesta toimeksiantajan kanssa. Yhteistyö on ollut sujuvaa ja molempia osapuolia palvelevaa. Olen vastannut työn suunnittelusta ja toteutuksesta pitkälti itsenäisesti ja tarpeen mukaan saanut ohjausta ja palautetta toimeksiantajalta.

Koska aiempaa kokemusta laiteajokortista ei toimeksiantajan yksikössä ollut, olen saanut toteuttaa työn parhaalla näkemälläni tavalla. Opinnäytetyön suunnittelu eteni tutustumalla aiemmin kehitettyihin lääkintälaiteajokortteihin ja tutustumisella lähdemateriaaliin. Teoriaosuuden muotoutuessa sekä toimeksiantajan yksikössä sairaanhoitajan työhön tutustuessa kehittyi myös näkemys perehdytysmateriaalin sisällöstä.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön toteutustapa perustuu luotettavaan lähdemateriaaliin, keskusteluihin työn toimeksiantajan ja yksikön lääkärin kanssa sekä omaan näkemykseeni selkeästä perehdytysmateriaalista. Opimisen sekä perehdytyksen helpottamiseksi materiaalista on tehty selkeä, käytännön työtä palveleva, mahdollisimman ytimekäs sekä visuaalisesti kiinnostava. Opinnäytetyön tuotoksessa on kiinnitetty huomiota värien sekä tekstin selkeyteen ja pyritty tekemään sisällöstä helposti omaksuttava. Tuotoksessa on käyty kattavasti teemat, jotka sairaanhoitajan tulee hallita verikaasuanalyysiin ja laitteen käyttöön liittyen. Teoriaosuuden luomisessa on kiinnitetty huomiota lähteiden luotettavuuteen sekä ajankoh-taisuuteen. Kootun tiedon luotettavuus on pyritty varmistamaan kerää-mällä useita teoksia, joissa kertaantuu sama tieto.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksena on perehdytysmateriaali verikaasuanalyysistä, jossa käydään läpi verikaasuanalyysillä tulkittavat arvot, happo-emästasapainon häiriöt sen säätely sekä verikaasuanalyysin tulkintaa. Toiminnallisessa osuudessa on myös kehitetty ohjeistus tarvike-kasetin vaihtoon sekä laitteen ongelmatilanteissa toimimiseen sekä kuvallinen materiaali näytteenotosta sekä sen analysoimisesta analysaattorilla. Kuvalliset ohjeet sisältävät vaiheittaisen kirjallisen ohjeistuksen. Tuotos sisältää myös varsinaisen lääkintälaiteajokortin. Nämä materiaalit löytyvät opinnäytetyöntyön liitteistä.

Tuotos on esitelty teho-osaston sairaanhoitajille ja esimiehelle osastotun-nilla. Palautteen perusteella työn ulkoasua on muokattu hieman helpom-min luettavammaksi. Materiaali koettiin hyödyllisenä ja opinnäytetyö ko-konaisuudessaan hyvänä ja selkeänä. Yhteistyölle ja tuotokselle asetetut tavoitteet on saavutettu.

9 POHDINTA

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön prosessi alkoi kattavalla aiheeseen perehtymisellä, koska aiempaan osaamista aiheeseen liittyen ei itselläni ollut. Merkittävin osa työstä koostui teorian koostamisesta loogiseksi ja ymmärrettäväksi tekstiksi. Aihe oli mielekäs ja haastava ja työhön on ke-rätty sairaanhoitajan näkökulmasta kattavasti oleellinen tieto verikaa-suanalyysiin liittyen. Olen pyrkinyt panostamaan etenkin johdonmukaisuuteen sekä selkeyteen.

Lääkintälaiteajokortin sisältöön ei ole selkeää määritettä, joka mahdollisti tuotoksen toteuttamisen pitkälti oman näkemykseni mukaan. Tuotoksen sisältö hahmottui teoriaosuudesta melko selkeästi. Työ on ollut haastava, mutta kaikin puolin motivoiva. Valitsin toiminnallisen opinnäytetyön, koska koin sen toteuttamisen kehittävän ammatillista osaamistani eniten. Toiminnallisen opinnäytetyön ehdottomana positiivisena puolena onkin työelämälähtöisyys, joka erityisesti motivoi tekijää panostamaan tuotokseen.

Toiminnallisen opinnäytetyön kautta on ollut mahdollisuus kehittää ammatillista osaamista tiedon keruun kautta sekä syventää osaamista tiedon soveltamisessa käytäntöön. Prosessi on sisältänyt paljon opiskelua ja monimutkaistenkin asioiden omaksumista. Haasteellisimmaksi olen kokenut verikaasuanalyysin tulkinnan hahmottamisen. Haasteiden kautta onnistumisen kokemus prosessin edetessä on ollut suuri. Koen kehittäneeni laadukkaan materiaalin, joka on luotu ajatellen erityisesti toimeksiantajan tarpeita. Tuotos vastaa näkemystäni ja sen sisältö on ytimekäs ja ymmärrettävä sekä tätä kautta lukijaystävällinen.

Mielenkiinto aihetta kohtaan oli alusta asti suuri ja opinnäytetyö prosessi on kaikkineen ollut antoisa. Prosessin myötä oma ammatillinen osaamiseni on kasvanut merkittävästi ja opinnäytetyön tekeminen helpottaa tulevaisuudessa työskentelyäni tehohoidossa. Koen saaneeni opinnäytetyön prosessilta paljon ja tämän pohjalta omaavani huomattavasti enemmän tietoa ja taitoja toteuttaakseni laadukasta tehohoitotyötä.

Toivon opinnäytetyöstä olevan hyötyä jatkossa niin tilaajan yksikköön kuin mahdollisesti muillekin yksiköille ajokortin kehittämisessä. Perehdytysmateriaalia voidaan myös hyödyntää erilaisissa yhteyksissä. Mielenkiinnolla odotan jatkoa tilaajan yksikössä lääkintälaiteajokorttien kehittämisessä. Materiaali otetaan yksikössä käyttöön tämän kevään aikana. Näyttökokeen vastaanottajan määrittäminen jäi vielä toimeksiantajan pohdittavaksi. Jatkossa olisi mielenkiintoista selvittää, onko lääkintälaiteajokortin kautta sairaanhoitajien ammatillinen osaaminen lisääntynyt ja onko tuotokseen havaittu ajan saatossa muutos tarpeita.

Palaute toimeksiantajalta on ollut vain positiivista. Kirjallisessa palautteessa on todettu opinnäytetyön olevan selkeälukuinen, hyvin jaoteltu ja selkeästi etenevä. Palautteen mukaan teoriaosuus on asiallinen ja riittävä, kuvat ovat selkeitä ja hyvin valikoituja. Tuotos on hyödynnettävissä perehdytyksessä sekä tiedonhaussa. Laiteajokortin kehittämisen tavoite on palautteen mukaan täyttynyt erinomaisesti. Tekijä on ollut aktiivinen, työ on edennyt aikataulun mukaisesti ja yhteistyö on ollut helppoa. Palautteessa todetaan myös, että työ on kaiken kaikkiaan saavuttanut sille asetetut tavoitteet.

LÄHTEET

- Aaltonen, L -M. & Rosenberg, P. 2013. *Potilasturvallisuuden perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfast, T. 2010. *Nestehoito*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Ruokonen, E. & Silfast, T. 2016. *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Arola, O. 2016. *Tehohoito-opas. Diabeettinen ketoasidoosi*. Hamk Finna. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.3. 2017.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.hamk.fi/dtk/aho/koti>
- Eskelinen, S. 2016a. Kalium. Terveyskirjasto. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 12.2.17. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03062&p_hakusana=kalium
- Eskelinen, S. 2016b. Punasolujen määrä ja hematokriitti. Terveyskirjasto. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 12.2.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03032
- Fimlab. 2008. *Verikaasu- ja ionianalyysipaketit*. Viitattu 12.2.2017. http://www.fimlab.fi/ohjekirja /ohje.tmpl?sivu_id=194;se-tid=6126;id=28055
- Fournier, M. 2011. Perfecting your acid-base balancing act. *American nurse today*. 10/6. Viitattu 10.2.2017. <https://www.americannursetoday.com/perfecting-your-acid-base-balancing-act-2/>
- GEM Premier 3000 käyttöopas. 2007. Toimeksiantajan yksikkö.
- Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgren-Lainen, H., Pyykkö A. & Ritmala-Castren, M. 2010. *Teho – ja valvonta hoitotyön opas*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. 2015. *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 2010/629. Viitattu 25.1.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100629>
- Mustajoki, P. 2015a. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Terveyskirjasto. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 11.1.2017.

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00656#s1

Mustajoki, P. 2015b. Alkaloosi /elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys). Terveyskirjasto. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 11.1.2017.

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00655&p_hakusana=alkaloosi

Mustajoki 2015c. Veren suolapitoisuuksien muutoksia. *Lääkärikirja Duodecim*. Viitattu 12.2.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00097&p_hakusana=natrium

Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. 2016. *Anestesiologien ja tehohoidon perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Pramod, S., Gunchan, P. & Sandeep, P. 2010. Interpretation of arterial blood gas. *Indian Journal of critical care medicine*. Viitattu 10.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2936733/>

Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helevaranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. 2013. *Akuuttihoitoon laitteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Rautava- Nurmi, H., Sjövall, S., Vaula, E., Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2010. *Neste- ja ravitsemushoito*. Helsinki: WSOYpro Oy.

Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkonen, K. & Ruokonen, E. 2014. *Anestesiologia ja tehohoito*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Sand, O., Sjaastad, O., Haug, E., Bjälle, J. & Toverud, C. 2013. *Ihminen fysiologia ja anatomia*. Helsinki: Sanoma Pro.

Simpson, H. 2004. Interpretation of arterial blood gases: a clinical guide for nurses. *British journal in nursing*. Hamk Finna. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.1.2017. <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.hamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=cd268bfd-84c1-48ef-8850-9e876e08e95f%40sessionmgr4009&hid=4204>

Sutinen, T. 2014. *Laiteajokortti lisää potilasturvallisuutta*. Sairaanhoitaja-lehti 10/2014.

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2014. *Potilasturvallisuus*. Viitattu 25.1.2017. <https://www.thl.fi/fi/web/laatu-ja-potilasturvallisuus/potilasturvallisuus>

Toukko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L. 2088. *Kliiniset laboratorionäytteet - opas näytteiden ottoa varten*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vaasan keskussairaala. n.d. *Laboratorio-ohjekirja*. Viitattu 12.2.2017.
<http://www.vshp.fi/medserv/klkemi/fi/ohjekirja/8144.htm>

Varpula, M. 2015. *Akuuttihoito-opas. Laktaattiasidoosin diagnostiikka ja hoito*. Hamk Finna. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.3.2017.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.hamk.fi/dtk/aho/koti>

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. *Toiminnallinen opinnäytetyö*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Perehdytysmateriaali: Tietoa verikaasuanalyysistä

VALTIMOVERIKAASUANALYYSI

- Antaa tietoa elimistön hengitystoiminnasta, happeutumisesta sekä happo-emästasapainosta
- Analyysin antamat tulokset kertovat elimistön kyvystä säilyttää solujen toiminta normaalina
- Häiriöt elimistön happo-emästasapainossa liittyvät usein elektrolyyttitasapainon häiriöihin sekä nestetasapainon häiriöihin
- Happo-emästasapaino vaikuttaa merkittävästi kaikkiin elimistön fysiologisiin tapahtumiin

VARSINAISET VERIKAASUT

HAPPIOSAPAINO PO_2

8-14 KPA

- matala arvo tarkoittaa hapenpuutetta eli hypoksemiaa
- korkea arvo tarkoittaa liiallista happea elimistössä eli hyperoksemiaa

HIILIDIOKSIDIOSAPAINO PCO_2

4,5-6 KPA

- Hiilidioksidi on elimistössä suurimmaksi osaksi hiilihapon muodossa, jonka vuoksi hiilidioksidilla on merkittävä osuus pH:n säätelyssä
- Suuri arvo kertoo ettei ventilaatio ole riittävää, jolloin hiilidioksidia kertyy elimistöön
- Suuri hiilidioksidiosapaine voi olla hengenvaarallinen tila, sen myötä veren happamuus sekä aivapaine nousevat
- Pieni arvo kertoo liiallisesta ventilaatiosta, jolloin kudosten happeutuminen huononee

HAPPO-EMÄSTASAPAINOJA KUVAAVAT ARVOT

PH

7,35-7,45

- Kuvaa elimistön happamuutta
- Solujen normaali toiminta edellyttää tiettyä pH-tasoa
- Liian hapan arvo = asidoosi
- Liian emäksinen = alkaloosi
- Jo pienet pH:n muutokset voivat aiheuttaa vakavaa häiriötä

BE (BASE EXCESS)

-3 – (+3) MMOL/L

- Eli emäsyylimäärä
- Kertoo kuinka paljon happea tai emästä tulisi tasapainottaa, jotta pH pysyisi tasaisena
- Matala arvo kertoo liiallisesta hapon tai liiallisesta bikarbonaatin menetyksestä
- Vastaavasti korkea arvo kertoo liiallisesta emäksisyydestä tai liiallisesta hapon menettämisestä

BIKARBONAATTI HCO_3

22-26 MMOL/L

- Kertoo aineenvaihdunnan toimivuudesta sekä happo-emästasapainon häiriön vakavuudesta
- Munuaiset säätävät bikarbonaatin määrää
- Bikarbonaatin määrän nousu nostaa pH:ta ja päinvastoin

ELEKTROLYYTIT

KALIUM K

3,3- 4,9 MMOL/L

- Pääasassa solun sisäisen nesteen säätelijä
- Hypokalemia voi aiheuttaa vakavia sydämen rytmihäiriöitä sekä lihasteikkoutta
- Hyperkalemia kertoo munuaisten vajaatoiminnasta, oireet samat kuin hypokalemiaassa
- Kuluminen sekä happo-emästasapainon muutokset vaikuttavat kaliumpitoisuuteen; pH-arvon laskiessa 0,1 yksikköä, nousee kalium taso 0,3mmol/l

NATRIUM NA

137- 144 MMOL/L

- Pääasassa solun ulkoisen nesteen säätelijä
- Munuaiset pääsääntöisesti säätelivät natriumpitoisuutta
- Hyponatremia on henkeä uhmaava tila ja äkillisesti syntyneenä voi aiheuttaa aivojen turpoamista sekä vakavia keskushermosto-oireita
- Hyponatremia johtuu usein jostakin perussairaudesta, syynä voi olla myös liian vähäinen nesteiden saanti tai liiallinen nesteiden menettäminen
- Vakaa hyponatremia aiheuttaa kouristuksia, heikyvyyttä ja jopa tajuttomuuden

KALSIUM CA

2,15- 2,5 MMOL/L

- Säätelää hermoimpulsseja, lihassupistuksia, proteiinien toimintaa, hormonien eritystä sekä viestien kulkua solun sisällä, tarvitaan myös luuston kehitykseen
- Aikuisella ihmisellä 99% kalsiumista on luustossa
- Solun sisällä kalsiumia on erittäin pieniä määriä ja jopa pienet kalsiumpitoisuuden vaihtelut solun sisäisessä nesteessä ovat haitallisia solujen toiminnalle

MUUT VERIKAASUANALYYSILLÄ MÄÄRITETTÄVÄT ARVOT

LAKTAATTI LAKT

0,63- 2,44 MMOL/L

- Muodostuu elimistöön, kun kudoksien hapensaanti on riittämätöntä
- Antaa tietoa myös verenkiertovajauksen kestosta sekä vaikeusasteesta
- Suuri veren laktatipitoisuus on merkki elimien tai kudoksien hapenpuutteesta, maksavaiasta, myrkytyksestä tai verenkiertosokista
- Pitoisuus voi kertoa myös laktatin poistumisen virheellisyydestä esim. nestevojeen vuoksi

VEREN GLUKOOSIPITOISUUS GLUK 4,0- 6,1 MMOL/L

HBO2SAT YLI 95%

- Arvo kuvaa hemoglobiinin happikylläisyyttä

HEMATOKRIITTI HKR

M= 39-50% N=35-46%

- Kuvaa kuinka suuri osa verestä on punasoluja
- HKR-arvo muuttuu hemoglobiinin mukaisesti.

HAPPO-EMÄSTASAPAINO

- Munuaisten sekä keuhkojen toiminta ovat happo-emästasapainon säätelyssä tärkeässä asemassa
- Aineenvaihdunnassa muodostuu jatkuvasti happoja → happoemästasapainon säätely perustuu näiden happojen määrien säätelyyn
 - Häiriötilat aiheutuvat happojen tai emästen liiallisesta poistumisesta, liiallisesta tuottamisesta tai näiden kertymisestä elimistöön

HAPPO-EMÄSTASAPAINON HÄIRIÖT

- Asidoosi aiheuttaa sydämen supistuvireyden laskua, keuhkoverenkierron vastuksen ja rytmihäiriöherkkyyden lisääntymistä sekä suoliston alueen verenkierron vähenemistä
- Alkaloosi aiheuttaa neurologisia oireita, jopa tajuttomuutta, valtimoiden supistumista, sydämen minuuttivirtauksen alenemista, lisää alttiutta rytmihäiriöille ja vaikeuttaa hapen siirtymistä kudoksista soluihin
- Respiratoriset häiriöt johtuvat keuhkoventilaation liiallisuudesta tai vähäisyydestä
 - Metaboliset häiriöt johtuvat aineenvaihdunnan toiminnan häiriöistä

RESPIRATORINEN ASIDOOSI	METABOLINEN ASIDOOSI	RESPIRATORINEN ALKALOOSI	METABOLINEN ALKALOOSI
<ul style="list-style-type: none"> • Hengitystoiminnan puutteellisuudesta johtuva happamuustila → hiilidioksidia kertyy elimistöön • Äkillisesti kehittyneenä hengenvaarallinen tila • Näkyy matalana hengitystaajuutena, tajunnantason laskuna ja sydämen toiminnan häiriöinä 	<ul style="list-style-type: none"> • Aineenvaihdunnan ongelmista johtuva happamuustila <ul style="list-style-type: none"> • Näkyy hyperventilointina, mahdollisesti myös tajunnan tason ja sydämen toiminnan häiriöitä 	<ul style="list-style-type: none"> • Hengitystoiminnan puutteellisuudesta johtuva liiallinen emäksisyys • Yleensä syynä hyperventilaatio (huom. paniikkihäiriö) • Näkyy käsien ja jalkojen puutumisena, vapinana, krampeina 	<ul style="list-style-type: none"> • Aineenvaihdunnan ongelmista johtuva liiallinen emäksisyys <ul style="list-style-type: none"> • Näkyy hengitysfrekvenssin mataluutena, päänsärkynä, oksenteluna, kouristuksina

LAKTAATTIASIDOOSI JA KETOASIDOOSI

- Laktaattiasidoosi ja ketoasidoosi ovat yleisiä happo-emästasapainon häiriöitä ja johtuvat aineenvaihdunnan ongelmista (metabolinen asidoosi)
 - Laktaattiasidoosilla tarkoitetaan elimistön liiallista happamuutta, jolloin valtimoveren pH-arvo sekä bikarbonaattipitoisuus ovat pienentyneet ja laktaattipitoisuus suurentunut
 - Laktaatin kertyminen elimistöön johtuu pääasialla kudosten riittämättömästä hapen saannista
- Laktaattiasidoosin eli maitohappoasidoosin oireita ovat hyperventilaatio, hypotensio, takykardia, pahoinvointi, väsymys ja tajunnantason heikentyminen
- Laktaattiasidoosissa veren laktaattipitoisuus on yli 4mmol/litrassa. Jo 2mmol/l ylittävät tulokset tulee ottaa hoidossa huomioon
 - Ketoasidoosia esiintyy pääsääntöisesti diabeetikoilla
- Ketoasidoosin aiheuttaa insuliinin puutoksesta johtuva ketoaineiden kertyminen elimistöön → veren glukoosipitoisuus nousee yli 15 mmol/l, pH sekä bikarbonaatti laskevat
- Ketoasidoosin oireina ilmenee tajuttomuutta, sekavuutta ja hengitystoiminnan puutteellisuutta ja potilas on usein kuivunut

HAPPO-EMÄSTASAPAINON SÄÄTELY ELI PUSKURIJÄRJESTELMÄT

- Elimistön puskurijärjestelmiä ovat hengitystoiminta, munuaiset sekä erilaiset kemialliset puskurijärjestelmät, joista tärkeimpänä hiilihappo-bikarbonaattijärjestelmä
- Puskurijärjestelmien kautta elimistö pyrkii pitämään pH:n vakaana
- Sääteilyyn vaikuttaa monet eri fysiologiset tapahtumat ja puskurijärjestelmät puskuroivat myös toisiaan → hankaloittaa analyysin tulosten tulkintaa

TULOSTEN TULKINTA

- Hyödyllistä tulkinnan kannalta on havaita asidoosi ja päätellä johtuuko se metabolisista vai respiratorisista syistä
- Kiinnitä huomiota pääasiassa pH, BE, pCO₂ ja Lakt-arvoihin
- Tulosta ei voi kuitenkaan tulkita yksiselitteisesti, elimistön säätelymekanismit vaikuttavat arvojen tulkintaan → respiratorisessa häiriössä munuaiset pyrkivät kompensoimaan pH:ta metabolisilla muutoksilla ja vastaavasti metabolisia häiriöitä elimistö pyrkii korjaamaan muuttamalla keuhkotuuletusta
- Elimistö siis pyrkii kompensoimaan häiriötilaa kehittämällä vastakkaisen tilan, esim. kompensoidakseen metabolista asidoosia, elimistö pyrkii luomaan respiratorisen alkaloosin tilan

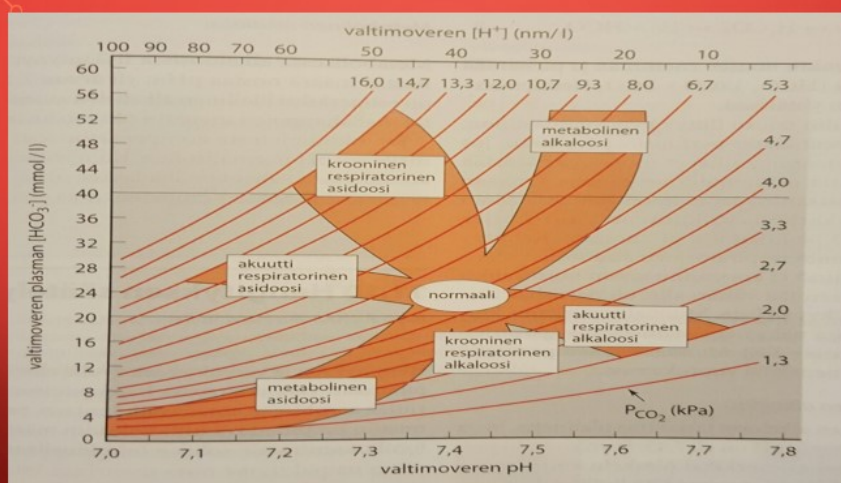
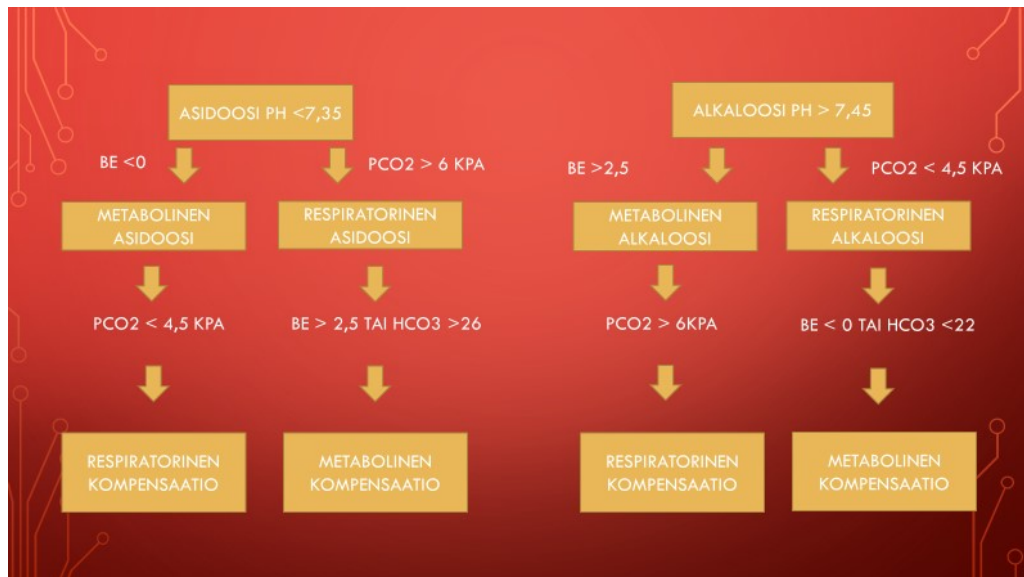
TULKINTAA HELPOTTAVIA KAAVOJA

RESPIRATORINEN ALKALOOSI		RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,52	pH	7,23
PCO ₂	3,2	PCO ₂	6,8
HCO ₃	24	HCO ₃	24
BE	2	BE	2

METABOLINEN ALKALOOSI		METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,57	pH	7,11
PCO ₂	4,3	PCO ₂	5,5
HCO ₃	36	HCO ₃	12
BE	14	BE	-14

RESPIRATORINEN JA METABOLINEN ALKALOOSI		RESPIRATORINEN JA METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,68	pH	7,18
PCO ₂	3	PCO ₂	7,77
HCO ₃	36	HCO ₃	18
BE	14	BE	-7

KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ALKALOOSI		KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,43	pH	7,36
PCO ₂	3,5	PCO ₂	4,1
HCO ₃	30	HCO ₃	19
BE	7	BE	-6
KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ALKALOOSI		KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,42	pH	7,39
PCO ₂	3,5	PCO ₂	5,7
HCO ₃	21	HCO ₃	29
BE	-4	BE	6
OSITTAIN KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ALKALOOSI		OSITTAIN KOMPENSOITUNUT RESPIRATORINEN ASIDOOSI	
pH	7,46	pH	7,34
PCO ₂	3,9	PCO ₂	5,8
HCO ₃	22	HCO ₃	28
BE	-3	BE	7
OSITTAIN KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ALKALOOSI		OSITTAIN KOMPENSOITUNUT METABOLINEN ASIDOOSI	
pH	7,46	pH	7,34
PCO ₂	4,9	PCO ₂	3,5
HCO ₃	31	HCO ₃	20
BE	7	BE	-4



FOURNIERIN KEHITTÄMÄ TULKINTAPA SAIRAAHOITAJILLE

- Tulkinnan oleellisin asia on järjestelmällisyys. Tulkintatapa on jaettu neljään eri vaiheeseen:
 1. Kirjoita ylös pH:n, hiiliidioksidipaineen sekä bikarbonaatin arvot
 2. Vertaa arvoja viitearvoihin. Jos jokin tulos viittaa liialliseen happamuuteen, kirjoita sen viereen kirjain A.
 - Jos tulos viittaa liialliseen emäksisyyteen, kirjoita sen viereen B.
 - Jos tulos on viiterajoissa, kirjoita sen viereen N.
 - pH kertoo itsessään, onko potilas asidoottinen tai alkaloottinen.
 3. Jos olet kirjoittanut saman kirjaimen kahden tai useamman arvon kohdalle, ympyröi arvot.
 - Jos ympyröit pH:n sekä hiiliidioksidipaineen on potilaasi häiriötilan syy respiratorinen. Jos taas ympyröit pH:n sekä bikarbonaatin, on syy metabolinen.
 - Jos ympyröit kaikki kolme tulosta, on häiriötila kompensoitunut respiratorinen sekä metabolinen happo-emästasapainon häiriö.
 4. Kompensaatiotarkistamiseksi, katso arvoja joita et ole ympyröinyt. Jos ympyröimättömät arvot ovat muuttuneet ympyröityjen arvojen suhteen vastakkaiseen suuntaan, on kyse kompensatiosta. Jos ympyröimättömät arvot ovat viitearvoissa ei kompensatiota ole tapahtunut. Kompensatio saa aikaan pH:n palautumisen normaaliksi.

LÄHTEET

- Alahuhta, S., Ala-Kakko, T., Kiviluoma, K., Perttälä, J., Ruokonen, E. & Silfäst, T. 2010. Nestehoido. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Alahuhta, S., Ala-Kakko, T., Kiviluoma, K., Ruokonen, E. & Silfäst, T. 2016. Peruselintointojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Eskelinen, S. 2016a. *Kalium*. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 12.2.17. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dk00655&p_hakusana=kalium
- Eskelinen, S. 2016b. *Punaselujen määrä ja hematokriitti*. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 12.2.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dk00655
- Fimlab. 2008. *Verikaasu- ja ionianalyysipaketit*. Viitattu 12.2.2017. http://www.fimlab.fi/ohjekirja/ohje.html?rivu_id=194&tid=6126&id=28055
- Fournier, M. 2011. *Perfecting your acid-base balancing act*. American nurse today. 10/6. Viitattu 10.2.2017. <https://www.americannursestoday.com/perfecting-your-acid-base-balancing-act-2/>
- GEM Premier 3000 käyttöopas. 2007.
- Kaarliola, A., Lamila, M., Lundgren-Lainen, H., Pyykkö A. & Rittmala-Castren, M. 2010. *Teho- ja vaivantoitohoidon opas*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Kuusma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. 2015. *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Mustajoki, P. 2015a. *Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus)*. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 11.1.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dk00656#s1

- Mustajoki, P. 2015b. *Alkalooasi / elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys*. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 11.1.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dk00655&p_hakusana=alkalooasi
- Mustajoki 2015c. *Veren suolapitoisuuksien muutoksia*. Duodecim. Viitattu 12.2.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dk00097&p_hakusana=sodium
- Niemi-Murto, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. 2016. *Anestesiologian ja tehohoidon perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Pramod, Gunchan, Sandeep, 2010. *Interpretation of arterial blood gas*. Indian Journal of critical care medicine. Viitattu 10.1.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2936733/>
- Rautava-Nurmi, H., Sjövall, S., Vaula, E., Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2010. *Neste- ja ravitsemushoito*. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkonen, K. & Ruokonen, E. 2014. *Anestesiologia ja tehohoido*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Sand, O., Sjaastad, O., Haug, E., Bjälle, J. & Toverud, C. 2013. *Ihminen fysiologia ja anatomia*. Helsinki: Sanoma Pro.
- Simpson, H. 2004. *Interpretation of arterial blood gases: a clinical guide for nurses*. British journal in nursing. Hanki Finna. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.1.2017. <http://web.a.ebscohost.com/ezproxy.hanki.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=cd268bfd-84c1-48ef-8850-7e876e08e75f%40sessionmgr4009&hid=4204>

Liite 2

Perehdytysmateriaali: Näytteen ottaminen ja analysoiminen

VALTIMOVERIKAASUNÄYTTEEN OTTAMINEN

Ennen näytteenottoa desinfioi kädet ja käytä tehdaspuhtaita hanskoja. Huomioi aseptiikka!

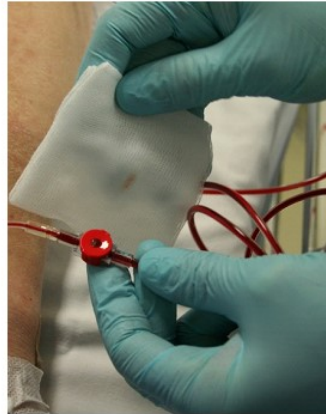


Näytteen ottamiseen käytettävä ruisku, sisältää hepariinia näyteveren hyytymisen estämiseksi.

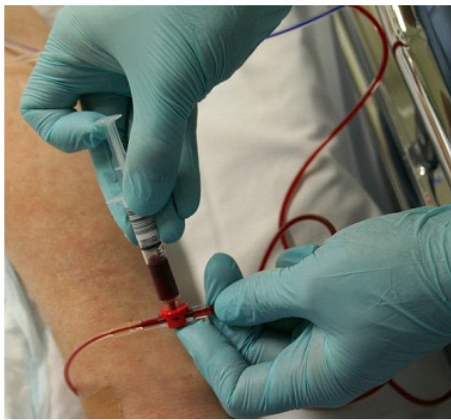


Kuvassa vasemmalla näkyy arteriakanyylisetin hanojen sulkusuunta ennen näytteenottoa. Punainen hana on vaakatasossa, suljettuna kohti ruiskua.

1. Käännä setistä **punainen hana alaspäin** (keskimmäinen kuva), jolloin linja on suljettuna painepussista lähtevää letkua kohti.
2. Vedä ruiskuun nestettä letkustosta niin paljon kuin ruisku antaa myöden.
3. Käännä **punainen hana ylöspäin**, jolloin linja on suljettuna potilaasta lähtevään arterialetkuun.



1. Desinfioi arterialetkun näytteenottoa.
2. Poista näytteenottoruiskusta korkki. Aseta korkki sormiesi väliin, jotta se säilyy steriilinä.



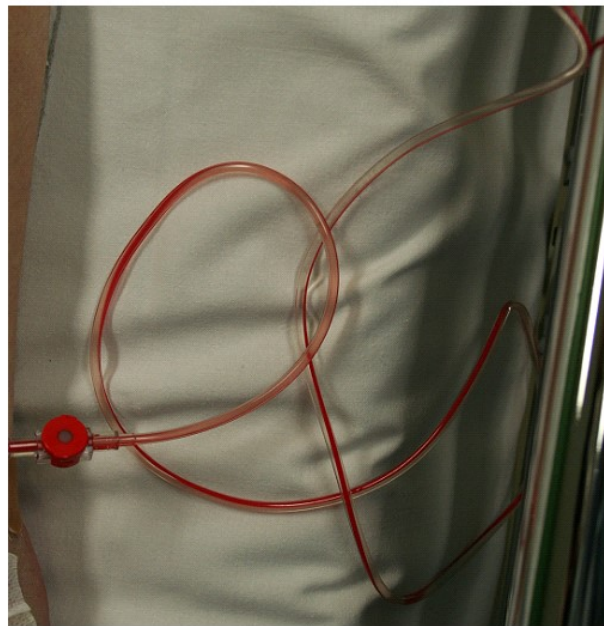
3. Paina ruisku näytteenottokohdasta letkuun. Vedä ruiskuun noin 2 millilitraa verta.
4. Poista ruisku letkusta ja aseta korkki ruiskuun. Puhdista näytteenottoa.



5. Poista ruiskusta ylimääräinen ilma naputtelemalla ruiskua ja työntämällä ilma korkkiin. Kääntelee ruiskua laitteeseen asettamiseen saakka hyytymisen estämiseksi.



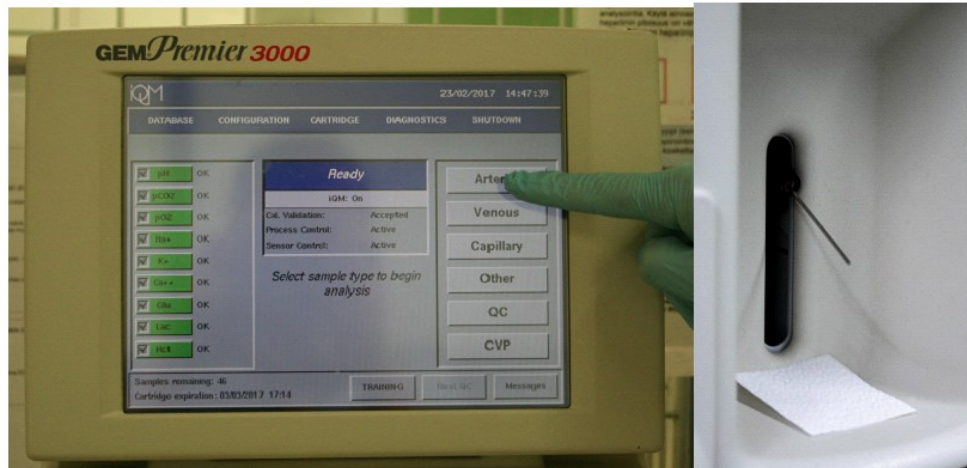
1. Käännä punainen hana alaspäin ja työnnä arteriasetin ruiskun neste takaisin arterialetkuun.



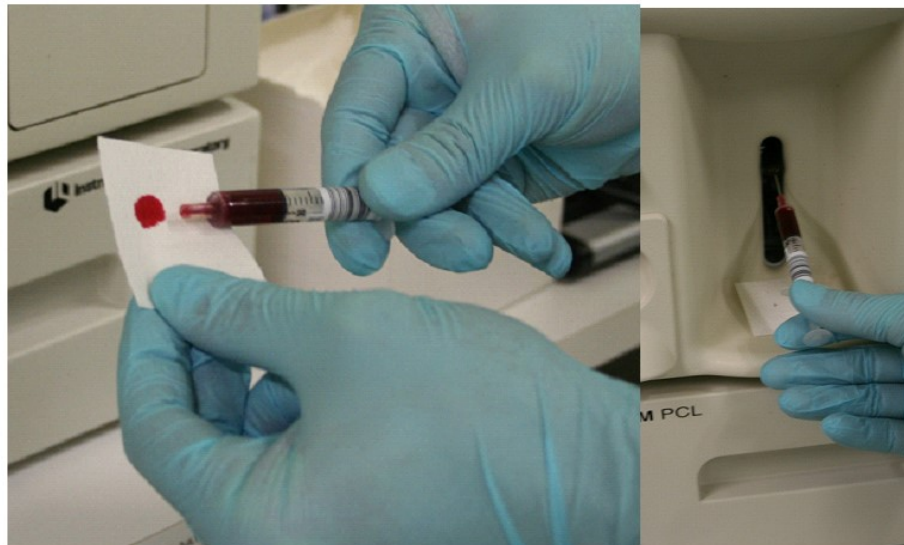
2. Käännä punainen hana vaakatasoon, jolloin linja on suljettuna ruiskuun. Huuhtele arterialetku verestä painepussissa olevalla keittosuolaliuoksella painamalla molemminpuolin sinistä huuhteluhanaa.
3. Analysoi näyte viipymättä. Ruiskussa oleva valtimoveri säilyy noin 10 minuuttia huoneenlämmössä.

Ennen näytteenottoa tarkista, että analysoitavien arvojen kuvakkeet näkyvät näytöllä vihreinä ja laite on "ready"-tilassa. Jos kuvake näkyy keltaisena tai punaisena katso perehdytysmateriaalista kohta: virheilmoitukset.

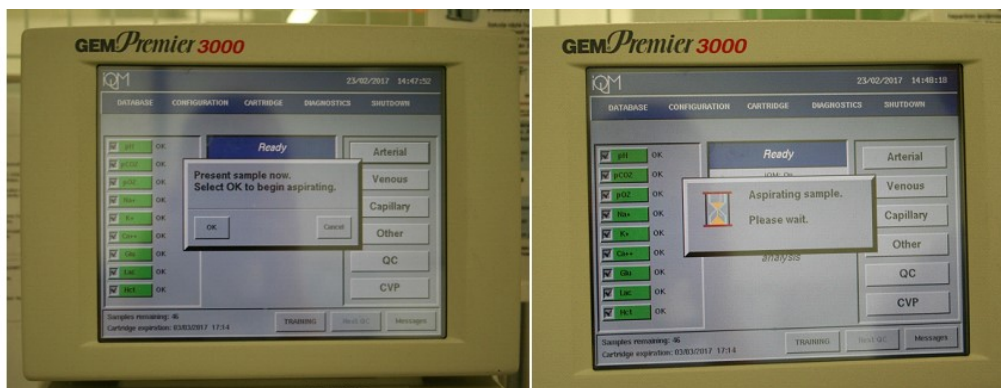
Kiinnitä myös analysoimisessa huomiota aseptiikkaan, tarvittaessa vaihda hanskat ja desinfioi kädet.



1. Analysoitavien arvojen kuvakkeiden palaessa vihreinä **paina arterial-kuvaketta**. Tämän jälkeen laitteen työntää itsestään näyteneulan ulos.



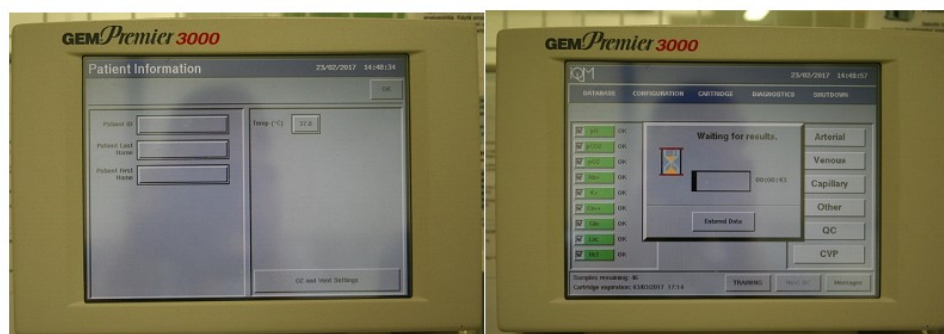
2. Poista näyteruiskun korkki ja imeytä ruiskusta yksi tippa verta imeytyslappuun varmistaaksesi ylimääräisen ilman poistamisen ruiskusta.
3. **Aseta ruisku näyteneulaan.** Älä työnnä näyteneulaa ruiskun pohjaan asti.



1. Valitse näytölle ilmaantuneesta valikosta **ok**. Laite ilmoittaa analysoivansa näytettä. Pidä ruisku paikoillaan neulassa.



5. Laite ilmoittaa analyysin olevan valmis näytön kuvakkeella ja kolmella piippauksella. **Poista ruisku** neulasta tällöin heti, neula työntyy itsestään takaisin laitteen sisään. Hävitä ruisku vieressä laitteen vieressä olevaan jäteastiaan.



6. Nyt voit syöttää näytölle potilaan henkilötiedot (**henkilötunnus** riittää). Tietojen syöttämisen jälkeen **paina ok**, jonka jälkeen laite ilmoittaa analyysin tuloksien siirtämisestä. Tulokset siirtyvät suoraan potilastietojärjestelmään (Effica ja Critical care) laboratoriotulosten tuloksiin.

Liite 3

Perehdytysmateriaali: Tarvikekasetin vaihtaminen ja ongelmatilanteet

KASETIN VAIHTAMINEN

Laite tarvitsee näytteen asianmukaiseen analysoimiseen tarvikekasetin sekä toimivuuden varmistukseen testiampulleja. Kasetit löytyvät lääkehuoneesta jääkaapin vasemman puoleisen kaapin päältä ja ampullit valvontatilan laatikostosta vasemmalta. Tarkista kasetin päivämäärä ennen vaihtoa.

KASETIN VAIHTAMINEN	
Ilmoitus näytöllä:	
Remove cartridge	<ul style="list-style-type: none"> - avaa luukku laitteen oikealta sivulta ja poista vanha kasetti
Insert cartridge	<ul style="list-style-type: none"> - poista uusi kasetti pakkauksestaan ja työnnä laitteeseen viivakoodi ylöspäin - toimi näytöllä olevien ohjeiden mukaan: <ul style="list-style-type: none"> • jos näytöllä lukee uudelleen "remove cartridge" asenna kasetti uudelleen • muutoin laite kysyy päivämäärää ja kellonaikaa, tarkista aika ja paina "yes"
KASETIN VALIDOINTI (varmistus)	
<ul style="list-style-type: none"> - Validointi suoritetaan jokaisen kasetin vaihdon ja testauksen jälkeen - Testaukseen käytettäviä ampulleja tulee käänellä 10 kertaa ennen analysointia - Ampulleja on neljää erilaista, tarkista oikea ampulli analysaattorin vierestä olevasta ohjeesta <ul style="list-style-type: none"> - valitse näytöltä CVP, aseta ampulli viivakoodin lukijaan - katkaise ampullin kaula ja aseta se aspirointineulaan <ul style="list-style-type: none"> - äänimerkin jälkeen poista ampulli neulasta - laite ilmoittaa hyväksytystä validoinnista "passed"-ilmoituksella, valitse accept <ul style="list-style-type: none"> - analysoi kaikki 4 ampullia - jos tuloksena "failed", paina discard ja valitse diagnostics/Run iQM/PCS Process/OK <ul style="list-style-type: none"> - suorita validointi uudelleen uudella ampullilla 	

LAITTEEN VIRHEILMOITUKSET

Aina ennen näytteen analysoimista tulee tarkistaa, että analysoitavien arvojen kuvakkeet palavat vihreänä.

KUVAKE MUU KUIN VIHREÄ	VIRHEEN KORJAAMINEN
Keltainen	Laite odottaa validointia, keltaisena palavien arvojen tarkistus suoritetaan käyttämällä validointiin tarkoitettuja ampulleja
Punainen+ CVP Failed	Aja epäonnistunut ampulli uudelleen tarkistuksen läpi
Punainen + iQM Failed tai Harmaa+ iQM disabled	Tarkoittaa häiriötä laitteen sensorissa, paina diagnostics/2 pt-calibration. Toista tarvittaessa.

Analysaattori ilmoittaa virhetiloista päänäytön alaruudussa olevan messages- osiossa ja tällöin messages- kuvake näkyy keltaisena.

Painamalla messages-kuvaketta pystyy näkemään missä vika on.

Virheilmoitukset saa kuitattua messages-osiossa näkyvää clear-kuvaketta.

VIRHEILMOITUS	VIRHEEN KORJAAMINEN
Insufficient sample volume. Test cancelled. Please repeat test.	Näytteen volyymi liian pieni, analyysi keskeytetty. Ota uusi näyte.
The cartridge self has been expired. Please remove the cartridge now and use another cartridge.	Vika kasetissa. Asenna uusi kasetti.
Heater block temperature out of range. The instrument has been halted	Laite tulkitsee ympäristön lämpötilaa, ja ilmoittaa siihen liittyvästä viasta, analysointi keskeytetty. Tarkista ympäristön lämpötila ja ota yhteyttä tekniseen tukeen.

Tarvittaessa ota yhteyttä laitteen valmistajaan/huoltoon:

Mediq Suomi Oy

Tapani Pokela p.020 112 1621 tai Henri Laine p.020 112 1642 tai

Kirsi Mäkinen p. 0201121626 kirsi.makinen@mediq.com

Ajokortti

Liite 4

VERIKAASUANALYSAATTORIN AJOKORTTI

NIMI

	PEREHTYNYT	PVM	HYVÄKSYTTY
VERIKAASUANALYYSILLA MITATTAVAT ARVOT			
NÄYTTEENOTTO			
NÄYTTEEN ANALYSOIMINEN			
TULOSTEN TULKITSEMINEN OHJEIDEN LÖYTÄMINEN JA YMMÄRTÄMINEN:			
<ul style="list-style-type: none"> • KASETIN VAIHTO • KASETIN VALIDOINTI • VIRHEILMOITUKSET 			

AJOKORTTI SUORITETTU/PVM	
NÄYTTÖKOKKEEN SUORITTAJA	
NÄYTTÖKOKKEEN VASTAANOTTAJA	